

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. März 2001 (01.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/14711 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: F02M 45/00,
47/02, 63/00, 63/02, 59/10, 41/02, 45/12

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, D-70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02551

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. August 2000 (02.08.2000)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAHR, Bernd
[DE/DE]; Panoramastr. 83, D-73207 Plochingen (DE).
KROPP, Martin [DE/DE]; Hofstattstr. 1, D-70825
Kornthal-Muenchingen (DE). MAGEL, Hans-Christoph
[DE/DE]; Bachstr. 10, D-72793 Pfullingen (DE). OT-
TERBACH, Wolfgang [DE/DE]; Wikingergweg 45,
D-70439 Stuttgart (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

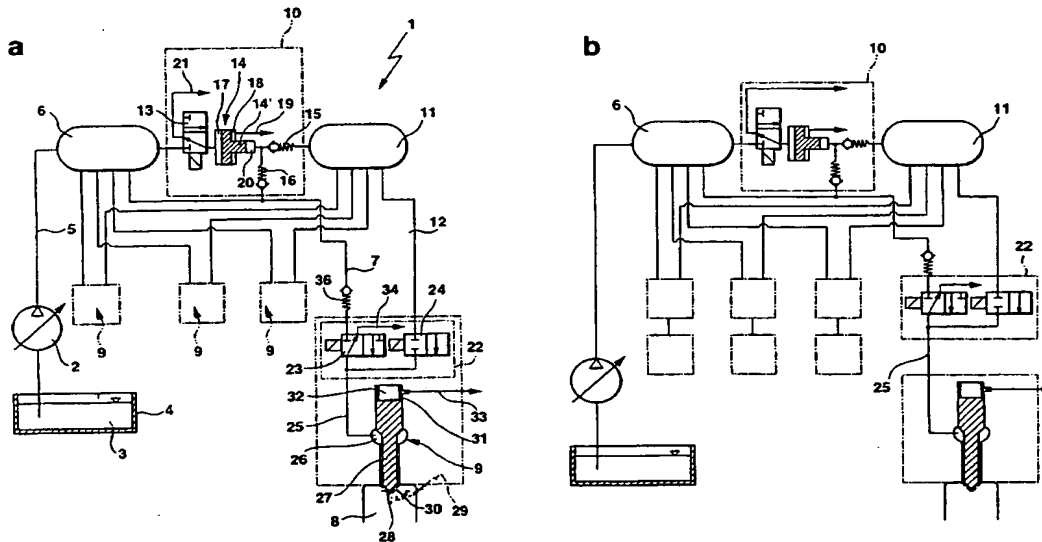
(30) Angaben zur Priorität:
199 39 422.9 20. August 1999 (20.08.1999) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEM FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection system (1) for an internal combustion engine. The fuel which is supplied by means of a high-pressure pump (5) can be injected into the combustion chamber of the internal combustion engine by means of injectors (9), whereby the fuel is provided with at least two different fuel pressures. At least one central pressure transmission unit (10) for all the injectors (9) is provided between the high-pressure pump (5) and the injectors (9). The pressure transmission unit can be specifically controlled if required, whereby the volume of the fuel that is subjected to a higher pressure can be better controlled and losses due to friction can be reduced accordingly.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem (1) für eine Brennkraftmaschine, bei dem der mittels einer Hochdruckpumpe (5) geförderte Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (9) in den Brennraum (8) der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, ist zwischen der Hochdruckpumpe (5) und den Injektoren (9) mindestens eine

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

zentrale Druckübersetzungseinheit (10) für alle Injektoren (9) vorgesehen. Die Druckübersetzungseinheit ist bei Bedarf gezielt ansteuerbar, wodurch der unter dem höheren Druck stehende Kraftstoff besser mengenregelbar ist und sich entsprechend auch die Verluste durch Reibung reduzieren lassen.

05

10

15

20

25

Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

30

Die Erfindung geht aus von einem Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Einspritzsystem ist beispielsweise durch die EP 0 711 914 A1 bekanntgeworden.

05 Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Beschreibung
werden zunächst einige Begriffe näher erläutert: Bei einem
druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem wird durch den
im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck
ein Ventilkörper (z.B. eine Düsenadel) gegen die Wirkung
10 einer Schließkraft aufgesteuert und so die Einspritzöffnung
für eine Einspritzung des Kraftstoffes freigegeben.
Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in den Zylinder austritt, wird als *Einspritzdruck* bezeichnet, während unter einem *Systemdruck* der Druck verstanden wird,
unter dem Kraftstoff im Einspritzsystem zur Verfügung
15 steht bzw. bevorratet ist. Unter einem *hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem* wird im Rahmen der Erfindung verstanden, daß das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung eines Injektors mit Hilfe eines verschieblichen Ventiltglieds aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der
20 Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuer-
raum erfolgen. Weiterhin ist im folgenden eine Anordnung als *zentral* bezeichnet, wenn sie gemeinsam für alle Zylinder vorgesehen ist, und als *lokal*, wenn sie für nur einen
einzelnen Zylinder vorgesehen ist.

25

Bei dem aus der EP 0 711 914 A1 bekannten druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem wird mit Hilfe einer Hochdruckpumpe Kraftstoff auf einen ersten hohen Kraftstoffdruck von etwa 1200 bar komprimiert und in einem ersten Druckspeicher gespeichert. Weiterhin wird der unter Hochdruck
30 stehende Kraftstoff auch in einen zweiten Druckspeicher gefördert, in welchem durch Regelung seiner Kraftstoffzufuhr mittels eines 2/2-Wegventils ein zweiter hoher Kraft-

stoffdruck von ca. 400 bar aufrechterhalten wird. Über eine Ventilsteuereinheit wird entweder der tiefere oder höhere Kraftstoffdruck in den Düsenraum eines Injektors geleitet. Dort wird durch den Druck ein federbelasteter Ventilkörper von seinem Ventilsitz abgehoben, so daß Kraftstoff aus der Düsenöffnung austreten kann.

Nachteilig bei diesem bekannten Kraftstoffeinspritzsystem ist, daß zunächst der gesamte Kraftstoff erst auf das höhere Druckniveau komprimiert werden muß, um dann einen Teil des Kraftstoffs wieder auf das tiefere Druckniveau zu entlasten. Außerdem ist die Hochdruckpumpe, da sie von der Nockenwelle des Motors angetrieben wird, dauerhaft im Betrieb und zwar auch dann, wenn der gewünschte Druck im jeweiligen Druckspeicher bereits aufgebaut ist. Diese permanente Hochdruckerzeugung und die nachfolgende Entlastung auf das Niederdruckniveau stehen einem besseren Wirkungsgrad entgegen.

20

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Einspritzsystem weist zur Verbesserung des Wirkungsgrads die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 auf. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, ein höheres Druckniveau mittels einer zentralen Druckübersetzungseinheit zu erzeugen. Die Druckübersetzungseinheit ist, da er unabhängig von der Nockenwelle ist, bei Bedarf gezielt ansteuerbar, wodurch der Hochdruck besser mengenregelbar ist. Da die Druckübersetzungseinheit nicht permanent im Betrieb ist, reduzieren sich entsprechend auch die Verluste durch Reibung.

,NS

Wenn die Hochdruckseite und die Niederdruckseite der zentralen Druckübersetzungseinheit voneinander hydraulisch entkoppelt sind, können für beide Seiten unterschiedliche Betriebsstoffe, z.B. Öl für die Niederdruckseite und Kraftstoff für die Hochdruckseite, verwendet werden.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

10

Zeichnung

Verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem für eine Einspritzung mit zwei, unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken, mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit zwischen zwei zentralen Druckspeichern und jeweils einer lokalen Ventilanordnung für jeden Injektor;

25

Fig. 2 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 1 mit einer modifizierten lokalen Ventilanordnung;

Fig. 3 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 1 mit einer zentralen Verteilereinrichtung für den höheren Kraftstoffdruck und einer modifizierten lokalen Ventilanordnung;

30

Fig. 4 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 3, wobei auch der tiefere Kraftstoffdruck mittels der zentralen Verteilereinrichtung zugemessen wird;

05 **Fig. 5** ein hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem für eine Einspritzung mit zwei, unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken, mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit zwischen zwei zentralen Druckspeichern und einer lokalen Ventilanordnung;

10

Fig. 6 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 5, jedoch mit einer zentralen Verteilereinrichtung für den höheren Kraftstoffdruck;

15 **Fig. 7** ein druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem der höhere Kraftstoffdruck mittels einer lokalen Absteuereinheit auf einen tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann;

20 **Fig. 8** ein der Fig. 7 entsprechendes, allerdings hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem;

Fig. 9 ein druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem ein höherer Kraftstoffdruck mittels einer lokalen Druckübersetzungseinheit erzeugt werden kann;

25

Fig. 10 ein der Fig. 9 entsprechendes, allerdings hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem;

30

Fig. 11 ein der Fig. 8 entsprechendes hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem mit einer modifizierten lokalen Absteuereinheit;

- 05 **Fig. 12** ein der Fig. 7 entsprechendes druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem, allerdings ohne zweiten Druckspeicher, wobei der jeweilige Kraftstoffdruck mittels einer zentralen Verteilereinrichtung zugemessen wird;
- 10 **Fig. 13** verschiedene der Fig. 12 entsprechende druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzsysteme, jedoch mit jeweils modifizierter zentraler Druckübersetzungseinheit;
- 15 **Fig. 14** ein der Fig. 13c entsprechendes druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem mit einer piezoelektrischen Ventileinheit in der zentralen Druckübersetzungseinheit;
- 20 **Fig. 15** ein der Fig. 12 entsprechendes druckgesteuertes Einspritzsystem, allerdings ohne Druckspeicher und mit modifizierter zentraler Druckübersetzungseinheit;
- 25 **Fig. 16** ein der Fig. 15 entsprechendes Kraftstoffeinspritzsystem, jedoch mit modifizierter zentraler Druckübersetzungseinheit und ohne lokale Absteuereinheit; und
- 30 **Fig. 17** ein weiteres druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit zwischen einem zentralem Druckspeicher und einer zentralen Verteilereinrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei dem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel eines druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystems 1 fördert eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe 2 Kraftstoff 3 aus einem Vorratstank 4 über eine Förderleitung 5 in einen ersten zentralen Druckspeicher 6 (Common-Rail), von dem mehrere, der Anzahl einzelner Zylinder entsprechende Druckleitungen 7 zu den einzelnen, in den Brennraum 8 der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragenden druckgesteuerten Injektoren 9 (Einspritzeinrichtung) abführen. Mit Hilfe der Kraftstoffpumpe 2 wird so ein erster (tieferer) Kraftstoffdruck (z.B. ca. 300 bar) erzeugt und im ersten Druckspeicher 6 (Common Rail) gelagert. Dieser Kraftstoffdruck kann zur Voreinspritzung und bei Bedarf zur Nacheinspritzung (HC-Anreicherung zur Abgasnachbehandlung) sowie zur Darstellung eines Einspritzverlaufs mit Plateau (Bootinjektion) verwendet werden. Dem ersten Druckspeicher 6 ist eine zentrale Druckübersetzungseinheit 10 nachgeordnet, mittels der Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher 6 auf einen zweiten, höheren Kraftstoffdruck für eine Haupteinspritzung komprimiert wird. Der höhere Kraftstoffdruck wird in einem zweiten Druckspeicher 11 (Common Rail) gelagert, von dem ebenfalls mehrere, der Anzahl der Zylinder entsprechende Druckleitungen 12 zu den einzelnen Injektoren 9 abführen. In diesem Druckspeicher 11 kann ein Kraftstoffdruck von ca. 300 bar bis 1800 bar gelagert werden.

Die Druckübersetzungseinheit 10 umfaßt eine Ventileinheit 13 zur Druckübersetzungsansteuerung, einen Druckübersetzer 14 mit einem Druckmittel 14' in Form eines verschieblichen Kolbenelements sowie zwei Rückschlagventile 15 und 16. Das Druckmittel 14' kann einenends mit Hilfe der Ventileinheit

13 an den ersten Druckspeicher 6 angeschlossen werden, so daß es durch den in einer Primärkammer 17 befindlichen Kraftstoff einenends druckbeaufschlagt wird. Ein Differenzraum 18 ist mittels einer Leckageleitung 19 druckentlastet, so daß das Druckmittel 14' zur Verringerung des Volumens einer Druckkammer 20 in Kompressionsrichtung verschoben werden kann. Dadurch wird der in der Druckkammer 20 befindliche Kraftstoff entsprechend dem Flächenverhältnis von Primärkammer 17 und Druckkammer 20 auf einen zweiten höheren Kraftstoffdruck verdichtet und dem zweiten Druckspeicher 11 zugeführt. Das Rückschlagventil 15 verhindert den Rückfluß von komprimiertem Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11. Wird die Primärkammer 17 mit Hilfe der Ventileinheit 13 an eine Leckageleitung 21 angeschlossen, so erfolgen die Rückstellung des Druckmittels 14' und die Wiederbefüllung der Druckkammer 20, die über das Rückschlagventil 16 an die Druckleitung 7 angeschlossen ist. Aufgrund der Druckverhältnisse in der Primärkammer 17 und in der Druckkammer 20 öffnet das Rückschlagventil 16, so daß die Druckkammer 20 unter dem ersten Kraftstoffdruck (Raildruck des ersten Druckspeichers 6) steht und das Druckmittel 14' hydraulisch in seine Ausgangsstellung zurückgefahren wird. Zur Verbesserung des Rückstellverhaltens können eine oder mehrere Federn in den Räumen 17, 18 und 20 angeordnet sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Ventileinheit 13 lediglich beispielhaft als 3/2-Wege-Ventil dargestellt.

Eine Kraftstoffzumessung mit entweder dem tieferen oder dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt für jeden Zylinder bzw. Injektor 9 getrennt und zwar jeweils über eine lokale Ventilanordnung 22, die im dargestellten Ausführungsbeispiel durch ein 3/2-Wege-Ventil 23 für den tieferen Kraft-

stoffdruck und ein 2/2-Wege-Ventil 24 für den höheren Kraftstoffdruck gebildet ist. Der jeweils anstehende Druck wird dann über eine Druckleitung 25 in einen Düsenraum 26 des Injektors 9 geleitet. Die Einspritzung erfolgt druck-
05 gesteuert mit Hilfe eines in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren kolbenförmigen Ventilglieds 27 (Düsenna-
del), dessen konische Ventildichtfläche 28 mit einer Ventilsitzfläche am Injektorgehäuse 29 zusammenwirkt und so die dort vorgesehenen Einspritzöffnungen 30 verschließt.
10 Innerhalb des Düsenraums 26 ist eine in Öffnungsrichtung des Ventilglieds 27 weisende Druckfläche des Ventilgliedes 27 dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, wobei sich der Düsenraum 26 über einen Ringspalt zwischen dem Ventilglied 27 und der Führungsbohrung bis an die Ventildichtfläche 28
15 des Injektors 9 fortsetzt. Durch den im Düsenraum 26 herrschenden Druck wird das die Einspritzöffnungen 29 abdichtende Ventilglied 27 gegen die Wirkung einer Schließkraft (Schließfeder 31) aufgesteuert, wobei der Federraum 32 mittels einer Leckageleitung 33 druckentlastet ist. Die
20 Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 24 durch Bestromen des 3/2-Wege-Ventils 23. Die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt bei bestromtem 3/2-Wege-Ventil 23 durch Bestromen des 2/2-Wegventils 24, wobei ein Rückschlagventil 36 einen ungewollten Rücklauf in die Druckleitung 7
25 verhindert. Am Ende der Einspritzung wird bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 24 das 3/2-Wege-Ventil 23 auf Leckage 34 geschaltet. Dadurch werden die Druckleitung 25 und der Düsenraum 26 druckentlastet, so daß das federbelastete Ven-
30 tilglied 27 die Einspritzöffnungen 30 wieder verschließt.

Die lokale Ventilanordnung 22 kann innerhalb des Injektor-
gehäuses 29 (Fig. 1a) oder auch, wie in Fig. 1b gezeigt,
außerhalb des Injektorgehäuses, z.B. im Bereich der Druck-
speicher 6, 11 angeordnet sein. So läßt sich eine kleinere
05 Baugröße des Injektorgehäuses und durch Ausnutzung von
Wellenreflexionen in der nun längeren Druckleitung 25 ein
erhöhter Einspritzdruck erreichen.

Nachfolgend werden in der Beschreibung zu den weiteren Fi-
guren lediglich die Unterschiede zum Kraftstoffeinspritz-
system nach Fig. 1 behandelt. Identische bzw. funktions-
10 gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugsziffern bezeich-
net und werden nicht näher erläutert.

Fig. 2 zeigt eine andere lokale Ventilanordnung 22a, die
15 entweder innerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 2a) oder au-
ßerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 2b) angeordnet sein
kann. Diese lokale Ventilanordnung 22a umfaßt ein 2/2-We-
ge-Ventil 35 als Schaltelement für den höheren Kraftstoff-
druck, ein Rückschlagventil 36 in der Druckleitung 7 und
20 zum Schalten des jeweils anstehenden Druckes ein 3/2-Wege-
Ventil 37 in der Druckleitung 25. Eine Einspritzung mit
dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromtem 2/2-
Wege-Ventil 35 durch Bestromen des 3/2-Wegventils 37.

Durch Bestromen auch des 2/2-Wege-Ventil 35 kann auf eine
25 Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck umgeschaltet
werden, wobei das Rückschlagventil 36 einen ungewollten
Rücklauf in die Druckleitung 7 verhindert. Am Ende der
Einspritzung wird das 3/2-Wege-Ventil 37 auf Leckage 34
zurückgeschaltet.

30 In Fig. 3 wird der Kraftstoff aus dem zweiten Druckspei-
cher 11, gesteuert über eine zentrale Ventileinheit 38
(z.B. ein 3/2-Wegventil), zentral über eine Verteilerein-

richtung 39 auf die einzelnen druckgesteuerten Injektoren verteilt. Die Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei stromloser Ventileinheit 38 durch Bestromen des allein die lokale Ventilanordnung 22b bildenden 3/2-Wege-Ventils 37. Die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromter Ventileinheit 37 und bestromter zentraler Ventileinheit 38 über die Verteilereinrichtung 39. Am Ende dieser Einspritzung wird die zentrale Ventileinheit 38 auf Leckage 40 zurückgeschaltet und damit die Verteilereinrichtung 39 und der Injektor entlastet. Die lokale Ventileinheit 22b kann entweder Teil des Injektorgehäuses sein (Fig. 3a) oder außerhalb des Injektorgehäuses angeordnet sein (Fig. 3b) sein.

In Fig. 4 ist gezeigt, daß anders als in Fig. 3 auch der tiefere Kraftstoffdruck mittels der Verteilereinrichtung 39 zentral zugemessen werden kann. Die Kraftstoffzumessung mit entweder dem tieferen oder dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt hier mittels einer zentral angeordneten Ventilanordnung 41, die entweder die vom ersten Druckspeicher 6 abführende Druckleitung 42 oder die vom zweiten Druckspeicher 11 abführende Druckleitung 43 zu der zentralen Verteilereinrichtung 39 durchschaltet. Die zentrale Ventilanordnung 41 ist analog der lokalen Ventilanordnung 22a (Fig. 2) aufgebaut.

Anders als beim druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem 1 der Fig. 1 erfolgt die Einspritzung bei dem in Fig. 5 gezeigten Kraftstoffeinspritzsystem 50 hubgesteuert mittels hubgesteuerter Injektoren 51, von denen lediglich einer näher dargestellt ist. Ausgehend von dem druckgesteuerten Injektor 9 der Fig. 1 greift bei einem hubgesteuerten Injektor 51 an dem Ventilglied 27 coaxial zu der Ven-

tilfeder 31 ein Druckstück 52 an, das mit seiner der Ventildichtfläche 28 abgewandten Stirnseite 53 einen Steuer-
raum 54 begrenzt. Der Stellerraum 54 hat von der Drucklei-
05 tung 25 her einen Kraftstoffzulauf mit einer ersten Drossel 55 und einen Kraftstoffablauf zu einer Druckentla-
stungsleitung 56 mit einer zweiten Drossel 57, die durch
ein 2/2-Wege-Ventil 58 auf Leckage 59 steuerbar ist. Über
den Druck im Stellerraum 54 wird das Druckstück 52 in
10 Schließrichtung druckbeaufschlagt. Unter dem ersten oder
zweiten Kraftstoffdruck stehender Kraftstoff füllt ständig
den Düsenraum 26 und den Stellerraum 54. Bei Betätigung
(Öffnen) des 2/2-Wege-Ventils 58 kann der Druck im Steuer-
raum 54 abgebaut werden, so daß in der Folge die in Öff-
15 nungsrichtung auf das Ventilglied 27 wirkende Druckkraft
im Düsenraum 26 die in Schließrichtung auf das Ventilglied
27 wirkende Druckkraft übersteigt. Die Ventildichtfläche
28 hebt von der Ventilsitzfläche ab, und Kraftstoff wird
eingespritzt. Dabei läßt sich der Druckentlastungsvorgang
des Stellerraums 54 und somit die Hubsteuerung des Ventil-
20 glieds 27 über die Dimensionierung der beiden Drosseln 55
und 57 beeinflussen. Das Ende der Einspritzung wird durch
erneutes Betätigen (Schließen) des 2/2-Wege-Ventils 58
eingeleitet, das den Stellerraum 54 wieder von der Leckage-
leitung 59 abkoppelt, so daß sich im Stellerraum 54 erneut
25 ein Druck aufbaut, der das Druckstück 52 in Schließrich-
tung bewegen kann. Die Umschaltung des Kraftstoffs auf
entweder den tieferen oder den höheren Kraftstoffdruck er-
folgt für jeden Injektor 51 lokal mittels einer Ventilan-
ordnung 60, die aus einem 2/2-Wege-Ventil 24 und einem ei-
30 nen ungewollten Rücklauf in die Druckleitung 7 verhiindernden Rückschlagventil 62 gebildet ist. Die Ventilanordnung
kann entweder innerhalb des Injektorgehäuses 61 (Fig. 5a)
oder außerhalb (Fig. 5b) angeordnet sein kann. Zum Zumes-

sen des Kraftstoffs wird für beide Drücke das 2/2-Wege-Ventil 58 verwendet.

05 In Fig. 6 ist gezeigt, daß anders als in Fig. 5 der höhere Kraftstoffdruck wie in Fig. 3a auch zentral über die Verteilereinrichtung 39 zugemessen werden kann. Bei nicht bestromter zentraler Ventileinheit 38 werden Düsenraum 26 und Steuerraum 54 mit Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher 6 gefüllt, so daß die Kraftstoffeinspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt. Bei bestromter zentraler Ventileinheit 38 wird wegen des Rückschlagventils 63 nur der Düsenraum 26 mit dem zweiten Druckspeicher 11 verbunden, so daß die Kraftstoffeinspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt. Zur Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck wird das 2/2-Wegeventil 58 geöffnet. Durch 10 Zuschalten des 3/2-Wegeventils 38 wird der Kraftstoff unter Hochdruck zugemessen, wobei das Öffnen bei dem tieferen Kraftstoffdruck hubgesteuert und bei dem höheren Kraftstoffdruck druckgesteuert erfolgt.

20 Fig. 7 zeigt ein druckgesteuertes Einspritzsystem 70, bei dem anders als in Fig. 2 der im ersten Druckspeicher 6 gelagerte Kraftstoff nicht für eine Einspritzung abgeführt wird. Der Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11 wird 25 über die Druckleitung 12 jedem einzelnen Injektor 9 als höherer Kraftstoffdruck zugeführt, der bei Bedarf mittels einer lokalen Absteuereinheit 71 auf den tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt die Absteuereinheit 71 ein 3/2-Wegeventil 72, um den höheren Kraftstoffdruck entweder durch- 30 zuschalten oder dissipativ mittels einer Drossel 73 und eines auf den tieferen Kraftstoffdruck eingestellten und mit einer Leckageleitung 74 verbundenen Druckbegrenzungs-

05 ventils 75 abzusteuern. Der jeweils anstehende Druck wird dann wie in Fig. 2 über das 3/2-Wegeventil 37 zum Injektor 9 weitergeleitet, wobei ein Rückschlagventil 76 ein Abströmen des höheren Kraftstoffdruckes über das Rückschlagventil 75 verhindert.

10 Fig. 8 zeigt ein der Fig. 7 entsprechendes, allerdings hubgesteuertes Einspritzsystem 80, bei dem der Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11 über die lokale Absteuer-
einheit 71 auf den tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann. Die Einspritzung erfolgt über die hubgesteuerten Injektoren 51.

15 Bei dem druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem 90 der Fig. 9 wird anders als beim Einspritzsystem 70 (Fig. 7) der im zweiten Druckspeicher 11 gelagerte Kraftstoffdruck als tieferer Kraftstoffdruck genutzt. Aus diesem kann dann bei Bedarf auch ein höherer Kraftstoffdruck mittels eines
20 lokalen Druckübersetzers 91 erzeugt werden, der in einer Bypaßleitung 92 der Druckleitung 12 angeordnet ist. Mittels einer Ventileinheit 93 (3/2-Wegeventil) in der Bypaß-
leitung 92 kann der lokale Druckübersetzer 91, der analog dem zentralen Druckübersetzer 14 aufgebaut ist, zugeschaltet werden. Die Druckkammer 94 des lokalen Drucküberset-
25 zers 91 wird mit Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11 befüllt, wobei ein Rückschlagventil 95 den Rücklauf von komprimiertem Kraftstoff zurück in den zweiten Druckspeicher 11 verhindert. Der Druckübersetzer 91, die Ventilein-
heit 93 und das Rückschlagventil 95 bilden die lokale
30 Druckübersetzungseinheit 96, die sich im dargestellten Ausführungsbeispiel innerhalb des Injektorgehäuses befindet. Die Kraftstoffzumessung mit dem jeweils anstehenden Kraftstoffdruck erfolgt über das 3/2-Wege-Ventil 37 mit-

tels druckgesteuerter Injektoren 9. Wie Fig. 9b zeigt, kann die Druckkammer 20 der zentralen Druckübersetzungseinheit 10 anstatt wie in Fig. 9a mit Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher 6 auch mit Kraftstoff 3' befüllt werden, den eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe 2' über eine Förderleitung 5' aus einem weiteren Vorratstank 4' in die Druckkammer 20 fördert. Da die Hochdruckseite und die Niederdruckseite der zentralen Druckübersetzungseinheit voneinander hydraulisch entkoppelt sind, können für beide Seiten auch unterschiedliche Betriebsstoffe, z.B. Öl für die Niederdruckseite und Kraftstoff für die Hochdruckseite, verwendet werden.

Das Einspritzsystem 100 der Fig. 10 mit seiner lokalen Druckübersetzungseinheit 96 entspricht dem Einspritzsystem 90 (Fig. 9), allerdings mit hubgesteuerten Injektoren 51. Die Befüllung der zentralen Druckübersetzungseinheit 10 erfolgt entweder mit dem Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher 6 (Fig. 10a) oder mit dem Kraftstoff 3' aus dem weiteren Vorratstank 4' (Fig. 10b).

Das hubgesteuerte Einspritzsystem 110 der Fig. 11 entspricht dem Einspritzsystem 80 (Fig. 8), allerdings mit einer anders aufgebauten lokalen Absteuereinheit 111. Deren Druckleitung 112 kann mittels eines 3/2-Ventils 113 entweder direkt an den zweiten Druckspeicher 11 angeschlossen oder mit einer ein Druckbegrenzungsventil 114 enthaltenden Leckageleitung 115 verbunden werden. Der Anschluß an den zweiten Druckspeicher 11 dient der Haupteinspritzung und der gleichzeitigen Befüllung eines Akkumulatorraumes 116. Während dieses Anschlusses kann unter höherem Kraftstoffdruck stehender Kraftstoff den Steuerraum 54 und den Düsenraum 26 füllen. Während der Vor- und Nachein-

spritzung ist die Druckleitung 112 mit der Leckageleitung 115 durchgängig verbunden. Das Druckbegrenzungsventil 114 öffnet oberhalb eines Druckes von z.B. 300 bar, so daß der aus dem Akkumulatorraum 116 ausströmende Kraftstoff auf diesen tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt wird. Start und Ende der Haupteinspritzung sowie der Vor- und Nacheinspritzung können mittels des 2/2-Wege-Ventils 58 gesteuert werden.

Bei dem in Fig. 12a gezeigten druckgesteuerten Einspritzsystem 120 ohne zweiten Druckspeicher verteilt die zentrale Verteilereinrichtung 39 den mittels der zentralen Druckübersetzungseinheit 10 erzeugten höheren Kraftstoffdruck auf die einzelnen Injektoren 9. Über die bereits oben beschriebene lokale Absteuereinheit 71 kann der höhere Kraftstoffdruck für eine Einspritzung dann entweder durchgeschaltet oder dissipativ auf einen tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden. Hinter der Verteilereinrichtung 39 ist für jeden Injektor 9 noch eine Rückschlagventilanordnung 122 vorgesehen, die den Kraftstoff in Richtung Injektor 9 über ein erstes Rückschlagventil 123 durchläßt und den Rückfluß von Kraftstoff aus dem Injektor 9 mittels einer Drossel 124 und eines zweiten Rückschlagventils 125 zur Entlastung der Verteilereinrichtung 39 und zum Druckabbau zuläßt.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 12b läßt sich über ein 2/2-Wege-Ventil 126 entweder der höhere Kraftstoffdruck durchschalten oder ein tieferer Kraftstoffdruck über eine Drossel 127 erzeugen, wobei ein Rückschlagventil 128 einen Rückfluß über die Drossel 127 verhindert. Die Teile 126, 127 und 128 bilden die insgesamt mit 129 bezeichnete lokale Druckbegrenzungs- bzw. Drosseleinheit. Anders als in

Fig. 1 gezeigt, ist hier die zentrale Druckübersetzungseinheit 10' ohne Rückschlagventil 15 ausgebildet.

05 Anders als das Einspritzsystem 120 kommt das druckgesteuerte Einspritzsystem 130 der Fig. 13 vollständig ohne lokale Steuerung aus, da die zentrale Druckübersetzungseinheit 131 mit ihrem Druckübersetzer 132 außer zur Erzeugung des höheren Kraftstoffdruckes auch für eine Drosselung auf
10 den tieferen Kraftstoffdruck genutzt wird. Dazu ist die Druckkammer 20 über ein auf den tieferen Kraftstoffdruck eingestelltes Druckbegrenzungsventil 133 an eine Leckageleitung 134 angeschlossen, wodurch der Einspritzdruck zunächst auf den tieferen Kraftstoffdruck, z.B. 300 bar, begrenzt ist. Die Verbindung von Druckkammer 20 und Druckbegrenzungsventil 133 wird allerdings bereits nach einer geringen Bewegung des Druckmittels 14' (Druckverstärkerkolben) von diesem verschlossen. Damit steht für den anschließenden Einspritzvorgang der höhere Kraftstoffdruck zur Verfügung. Zur Wiederbefüllung der Druckkammer 20 sind
20 geeignete Rückschlagventile anzuordnen, wobei eine auf das Druckmittel 14' wirkende Federkraft die Befüllung begünstigt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Druckkammer 20 über ein im Druckmittel 14' angeordnetes Rückschlagventil 135 mit der Primärkammer 17 verbunden. Während dabei in Fig. 13a die Einspritzmenge, die mit dem tieferen Kraftstoffdruck eingespritzt wird, konstruktiv vorgegeben ist, kann diese Einspritzmenge, d.h. das Druckniveau der Voreinspritzung und der Verlauf der Haupteinspritzung (Bootinjektion), durch eine zentrale Absteuer-
25 einheit 136 (2/2-Wege-Ventil) vor dem Druckbegrenzungsventil 133 gesteuert werden (Fig. 13b). In einer anderen Variante (Fig. 13c) ist die Druckkammer 20 über die Leitung 137 auch direkt mit dem Druckspeicher 6 verbindbar, so daß
30

dessen Kraftstoff für eine Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck zu den druckgesteuerten Injektoren 9 weitergeleitet wird. Dadurch lassen sich die abströmenden Leckagemengen reduzieren. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 13d ist der Druckspeicher 6 der Fig. 13a ausgelassen und erfolgt der Druckaufbau durch Bestromen eines 2/2-Wege-Ventils 138. Die Hochdruckpumpe 5 kann einen Kraftstoffdruck von ca. 300 bis ca. 1000 bar erzeugen und z.B. eine Nockenpumpe sein. Hochdruckpumpe 5 und 2/2-Wegeventil 138 bilden die Druckeinheit 139. Wie in Fig. 13e gezeigt, läßt sich die Einspritzung - wie in Fig. 13b - durch die Absteuereinheit 136 zusätzlich steuern.

Das in Fig. 14 dargestellte druckgesteuerte Einspritzsystem 140, das ansonsten dem Einspritzsystem der Fig. 13c entspricht, umfaßt in seiner Druckübersetzungseinheit 141 eine piezoelektrische Ventileinheit 142, deren Ventilquerschnitt mittels eines Piezostellelements (Aktuator, Aktor) gesteuert wird, oder ein schnell schaltendes Magnetventil. Die Piezostellelemente, die einen notwendigen Temperaturausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen, dienen der Querschnittssteuerung und damit der Formung des Einspritzverlaufs. Es wird eine vollkommen unabhängige Voreinspritzung sowohl in der Zeit und in der Einspritzmenge als auch im Einspritzdruck möglich. Die Haupteinspritzung kann voll flexibel an jeden benötigten Einspritzverlauf angepaßt werden und ermöglicht zusätzlich eine Splitinjektion bzw. eine Nacheinspritzung, die nahezu beliebig nahe an die Haupteinspritzung angelagert werden kann.

Das auf dem Einspritzsystem der Fig. 12 basierende druck-
gesteuerte Einspritzsystem 150 der Fig. 15 verwendet je-
weils die Druckeinheit 139 zur Erzeugung eines Druckes von
ca. 200 bar bis ca. 1000 bar als Betriebsmittel für die
05 zentrale Druckübersetzungseinheit 151, die allein durch
den Druckübersetzer 132 (Fig. 13a) gebildet ist. Die Ab-
senkung auf den tieferen Kraftstoffdruck erfolgt in
Fig. 15a mittels der ein Druckbegrenzungsventil aufweisen-
den lokalen Absteuereinheit 71 (Fig. 7) und in Fig. 15b
10 mittels der lokalen Druckbegrenzungs- bzw. Drosseleinheit
129 (Fig. 12b).

Das druckgesteuerte Einspritzsystem 160 der Fig. 16 unter-
scheidet sich von dem der Fig. 13d dadurch, daß der zen-
15 trale Druckübersetzer 132 durch eine parallele Bypaßlei-
tung 161 umgangen werden kann und mittels einer Ventilein-
heit 162 (Fig. 16a) bzw. 162a (Fig. 16b) aktivierbar bzw.
deaktivierbar ist. In Fig. 16a ist die Ventileinheit 162
vor dem Druckübersetzer 132 und als 3/2-Wege-Ventil ausge-
20 bildet, in Fig. 16b die Ventileinheit 162a hinter dem
Druckübersetzer 132 und als 2/2-Wege-Ventil, das über ein
Rückschlagventil 163 abgekoppelt ist. Die Teile 132, 161,
162 bzw. 132, 162a, 163 bilden die zentrale Drucküberset-
zungseinheit 164 bzw. 164a.

25

Bei dem in Fig. 17 gezeigten druckgesteuerten Einspritzsy-
stem 170 wird entweder der im zentralen Druckspeicher 6
gelagerte tiefere Kraftstoffdruck oder der über die zen-
trale Druckübersetzungseinheit 10' bei Bedarf erzeugte hö-
30 here Kraftstoffdruck zentral auf die einzelnen Injektoren
9 verteilt. Die Einspritzung des jeweiligen Kraftstoff-
druckes wird über die zentrale Ventileinheit 171 (3/2-We-

ge-Ventil) gesteuert, die in ihrer Funktion der Ventileinheit 37 (Fig. 2a) entspricht.

05 Die in den Figuren gezeigten Ventileinheiten können jeweils von Elektromagneten zum Öffnen oder Schließen bzw. Umschalten betätigt werden. Die Elektromagnete werden von einem Steuergerät angesteuert, das verschiedene Betriebsparameter (Motordrehzahl,) der zu versorgenden Brennkraftmaschine überwachen und verarbeiten kann. Anstelle
10 von magnetgesteuerten Ventileinheiten können auch Piezostellelemente (Aktuator, Aktor) verwendet werden, die einen notwendigen Temperatenausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen.

15 Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem (1) für eine Brennkraftmaschine, bei dem der mittels einer Hochdruckpumpe (5) geförderte Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (9) in den Brennraum (8) der Brennkraftmaschine eingespritzt werden
20 kann, ist zwischen der Hochdruckpumpe (5) und den Injektoren (9) mindestens eine zentrale Druckübersetzungseinheit (10) für alle Injektoren (9) vorgesehen. Die Druckübersetzungseinheit ist bei Bedarf gezielt ansteuerbar, wodurch der unter dem höheren Druck stehende Kraftstoff besser
25 mengenregelbar ist und sich entsprechend auch die Verluste durch Reibung reduzieren lassen.

Patentansprüche

05 1. Kraftstoffeinspritzsystem (1; 50; 70; 80; 90; 100;
110; 120; 130; 140; 150; 160; 170) für eine Brenn-
kraftmaschine, bei dem der mittels einer Hochdruck-
pumpe (5) geförderte Kraftstoff mit mindestens zwei
10 unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injekto-
ren (9; 51) in den Brennraum (8) der Brennkraftma-
schine eingespritzt werden kann,

dadurch gekennzeichnet,

15 daß zwischen der Hochdruckpumpe (5) und den Injekto-
ren (9; 51) mindestens eine zentrale Drucküberset-
zungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) für alle
Injektoren (9; 51) vorgesehen ist.

20 2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß jeder zentralen Drucküberset-
zungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) minde-
stens ein Rückschlagventil (15, 16; 135; 163) zuge-
ordnet ist, das eine Wiederbefüllung der Drucküber-
25 setzungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) ermög-
licht und/oder einen höheren Kraftstoffdruck von ei-
nem tieferen Kraftstoffdruck abkoppelt.

30 3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, da-
durch gekennzeichnet, daß der zentralen Drucküberset-
zungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) eine zen-
trale Verteilereinrichtung (39) nachgeordnet ist, die

den Kraftstoff auf die einzelnen Injektoren (9; 51) verteilt.

- 05 4. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zentralen Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141) ein Druckspeicher (6) vorgeordnet ist.
- 10 5. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zentralen Druckübersetzungseinheit (10) ein Druckspeicher (11) nachgeordnet ist.
- 15 6. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Injektor (9; 51) eine zentrale Ventileinheit (22; 22a; 22b) oder eine lokale Ventileinheit (41; 72; 93; 113; 126) zugeordnet ist, mittels der zwischen den beiden Kraftstoffdrücken umgeschaltet werden kann.
- 20 7. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Injektor (9; 51) mindestens eine lokale Druckübersetzungseinheit (96) zur Erzeugung des höheren Kraftstoffdruckes aus dem tieferen Kraftstoffdruck zugeordnet ist.
- 25 8. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale Druckübersetzungseinheit (164a) und/oder die lokale Druckübersetzungseinheit (96) einen zu- und abschaltbaren Druckübersetzer (132; 91) aufweist, der
- 30

parallel zu einer Bypaßleitung (161; 92) angeordnet ist.

- 05 9. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes aus dem höheren Kraftstoffdruck eine zentrale Absteuereinheit (136) und/oder eine lokale Absteuereinheit (71; 111) vorgesehen ist.
- 10 10. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes der Querschnitt einer Ventileinheit (142) steuerbar ist.
- 15 11. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Injektoren (9) für eine Drucksteuerung ausgebildet sind.
- 20 12. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Injektoren (51) für eine Hubsteuerung ausgebildet sind.
- 25 13. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckseite und die Niederdruckseite der zentralen Druckübersetzungseinheit (10) voneinander hydraulisch entkoppelt sind.

Fig. 1a

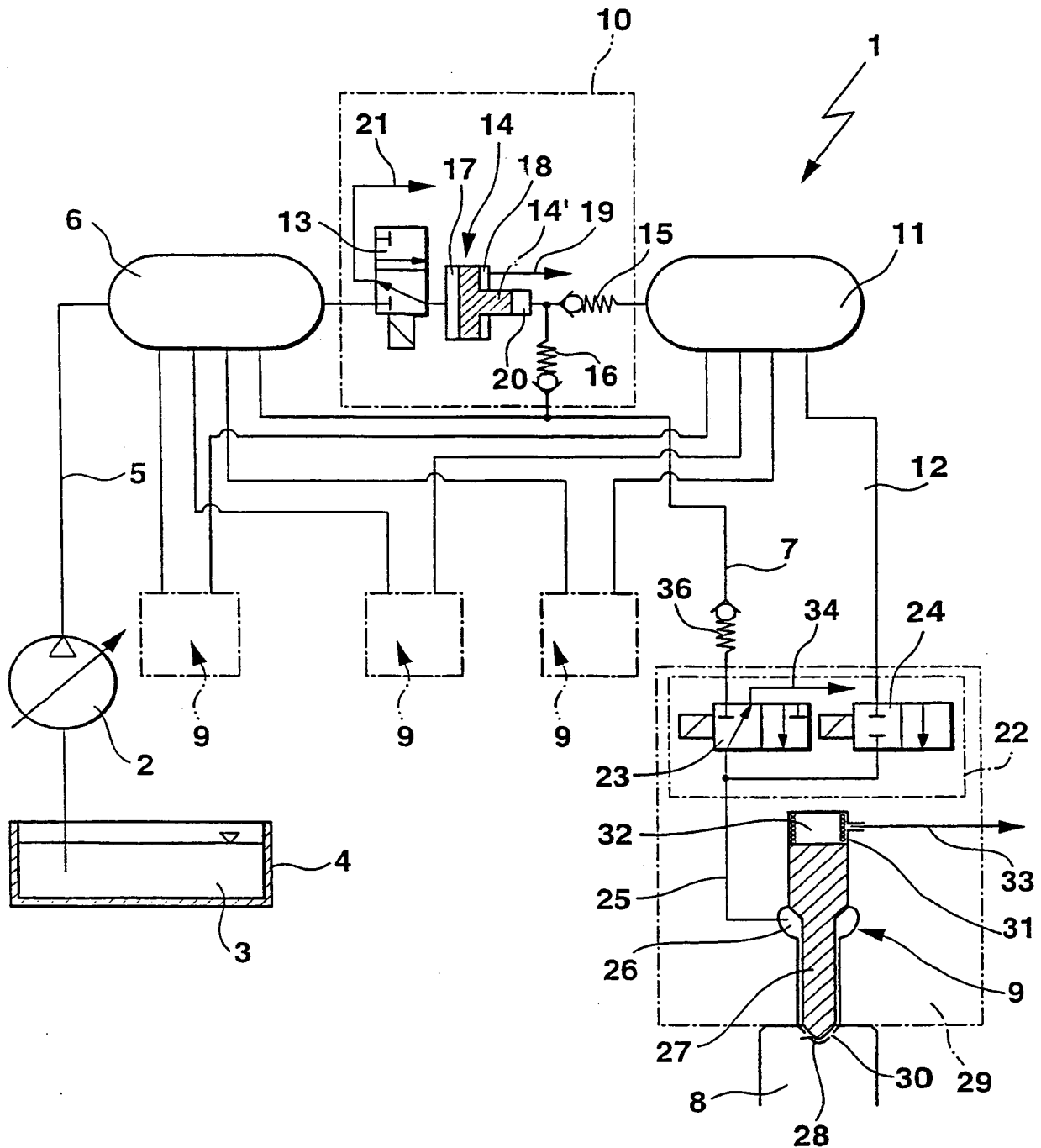


Fig. 1b

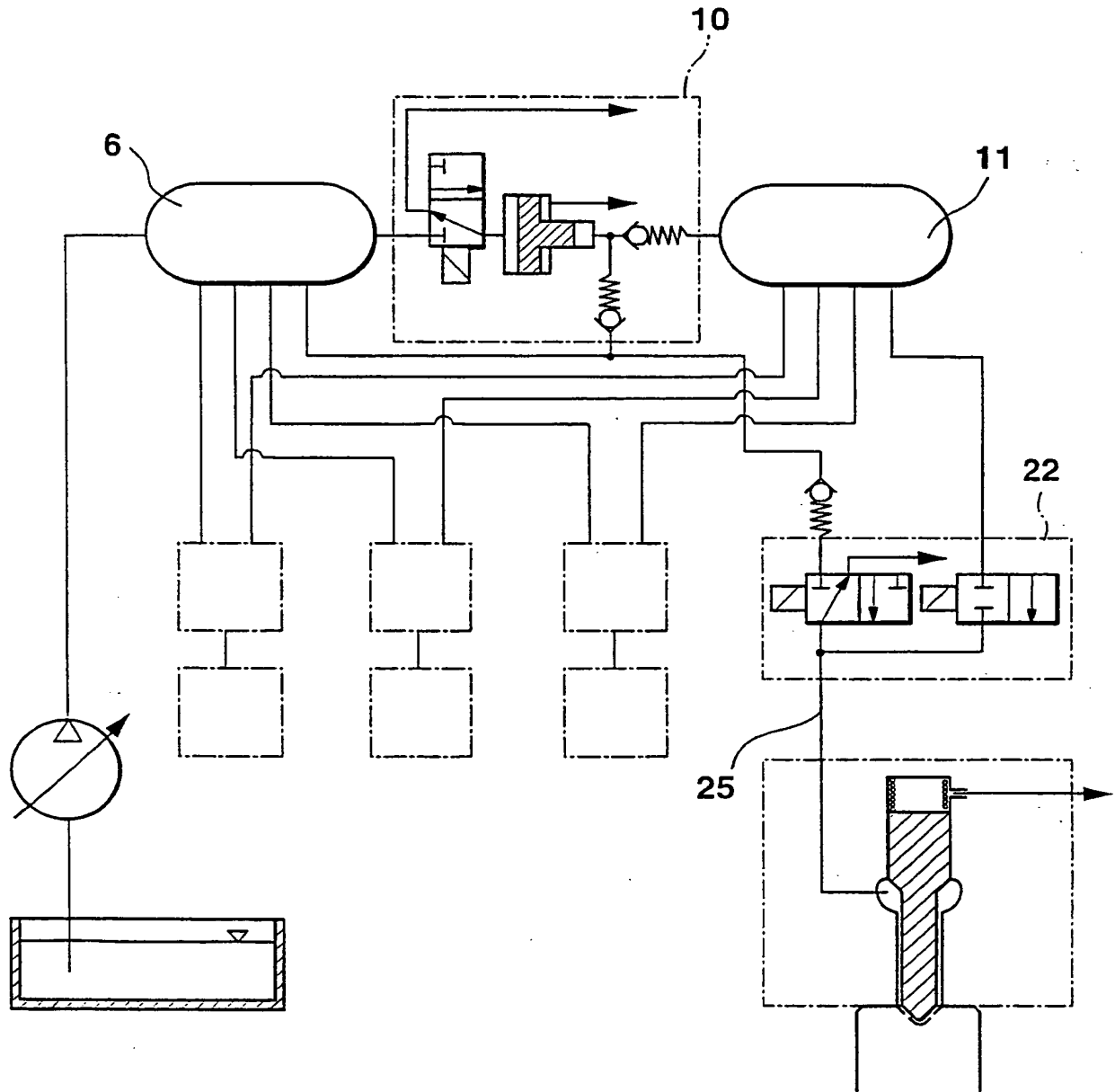


Fig. 2a

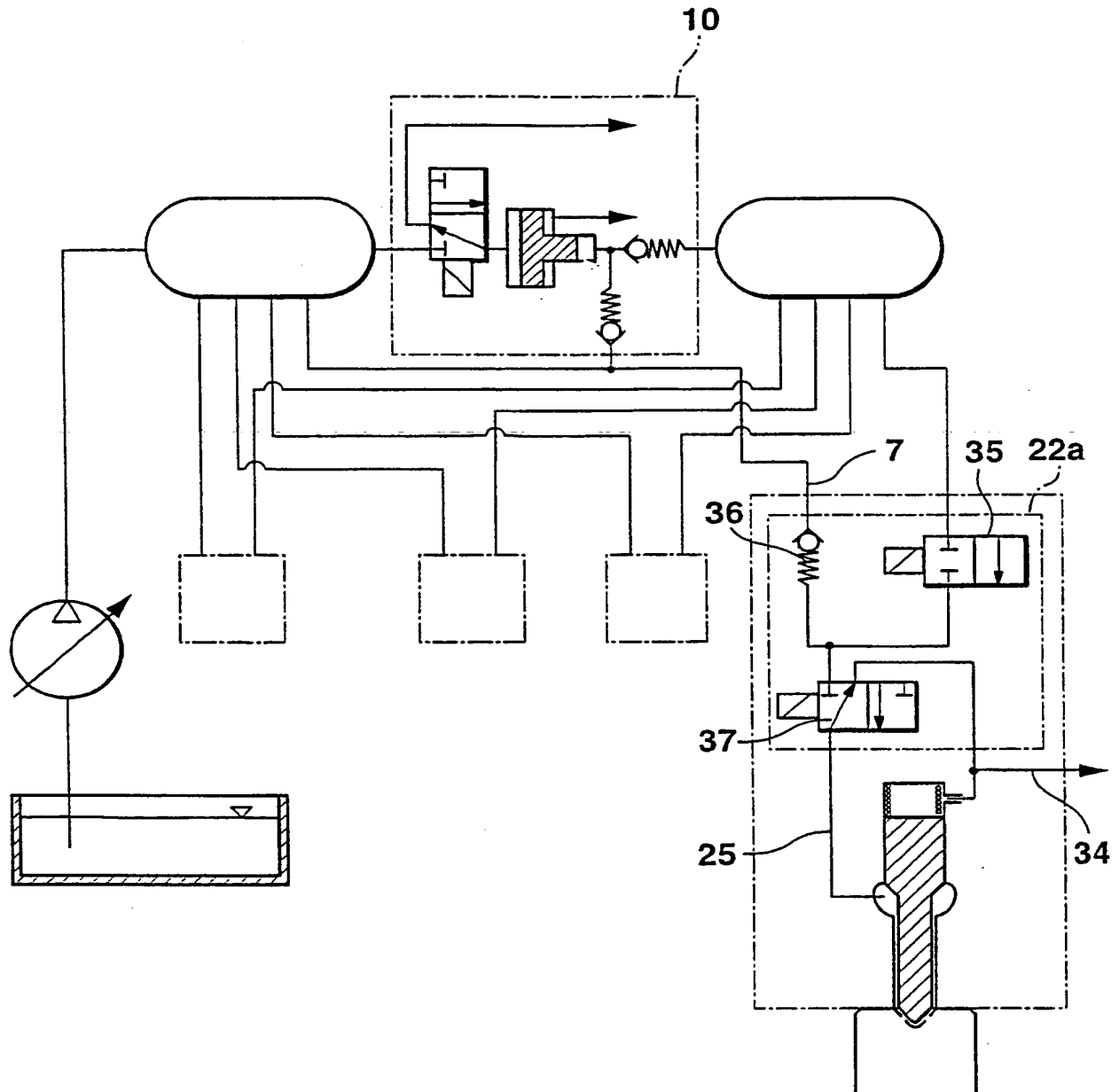


Fig. 2b

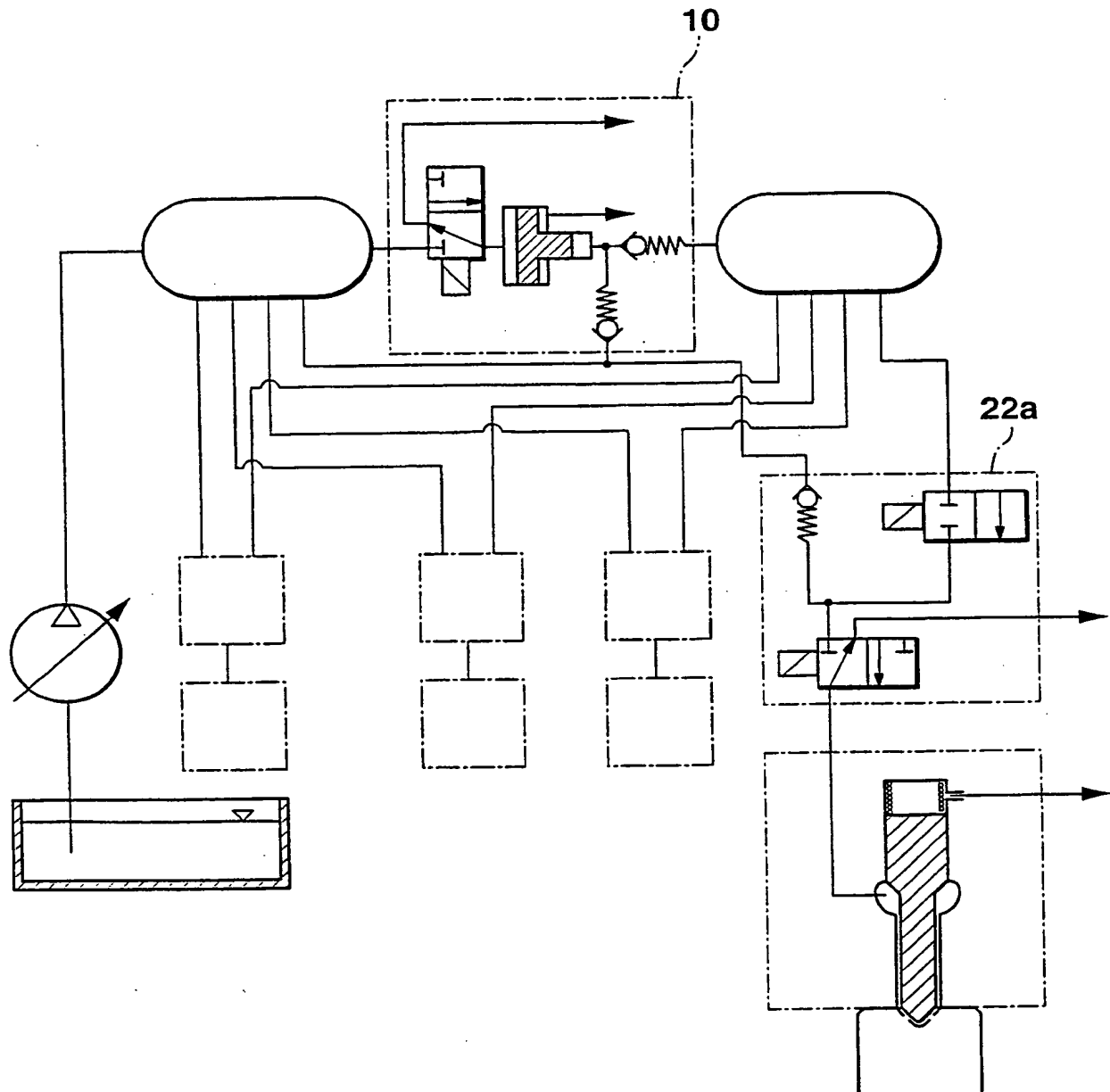


Fig. 3a

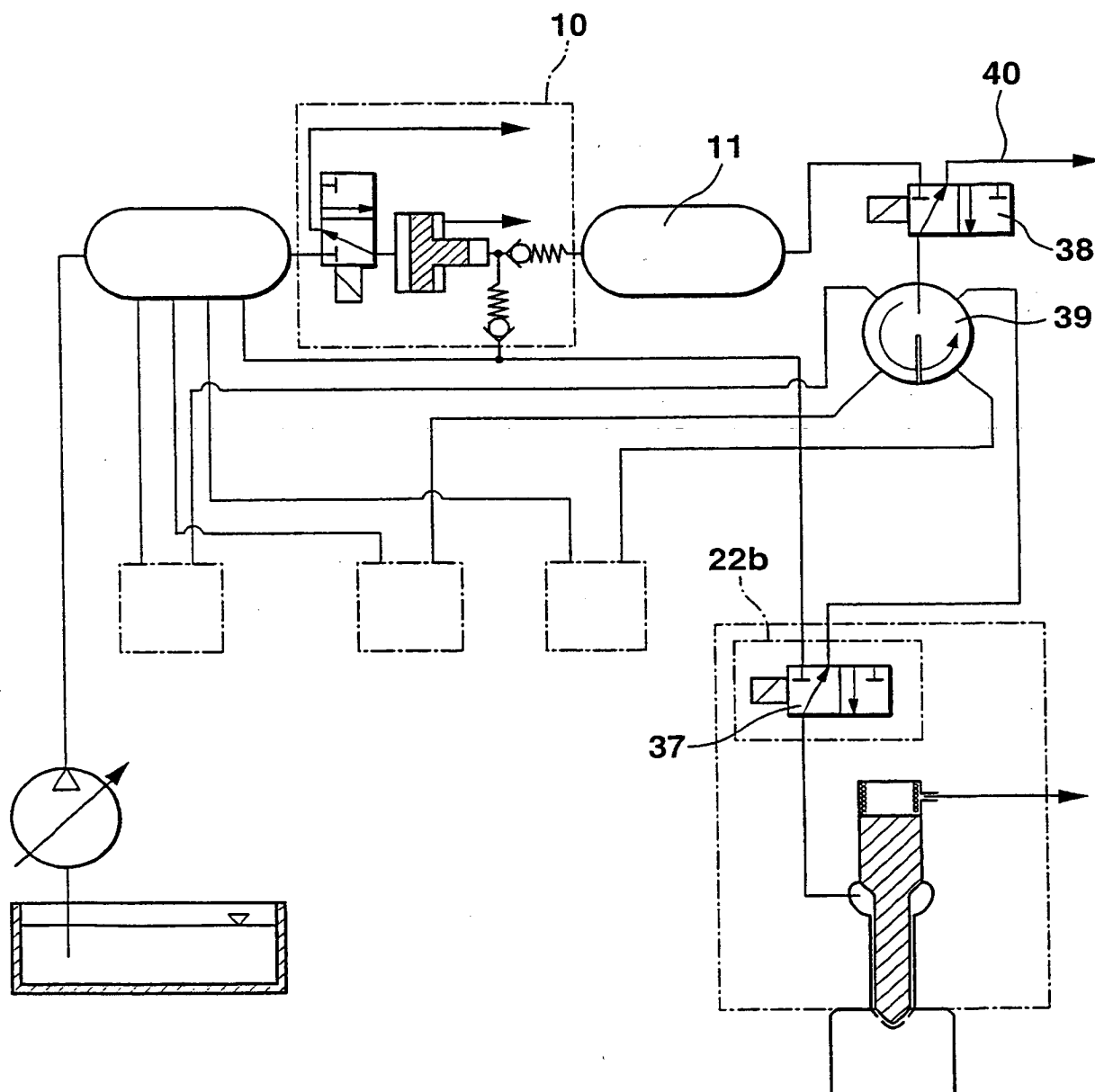
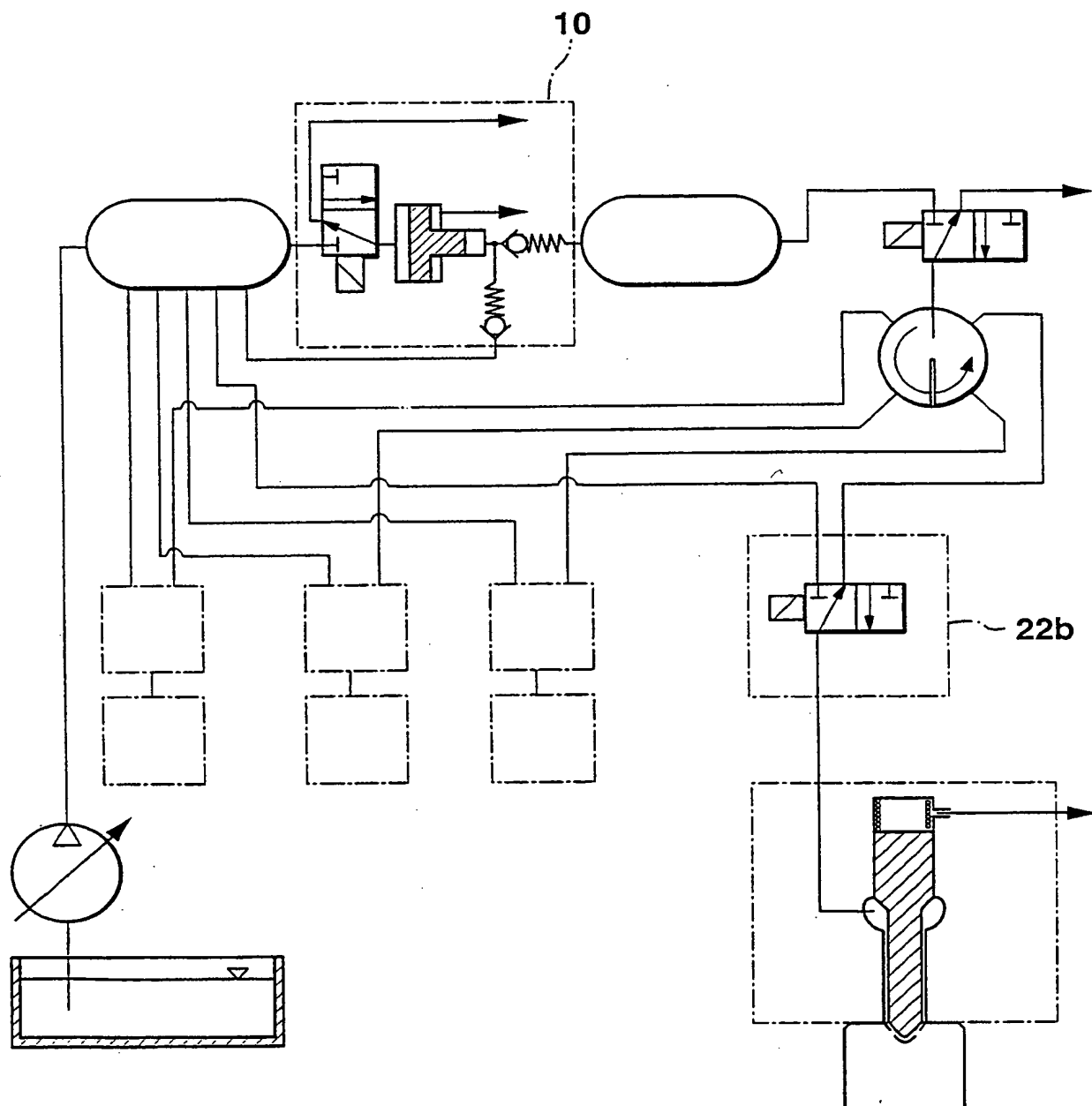


Fig. 3b



7 / 30

Fig. 4

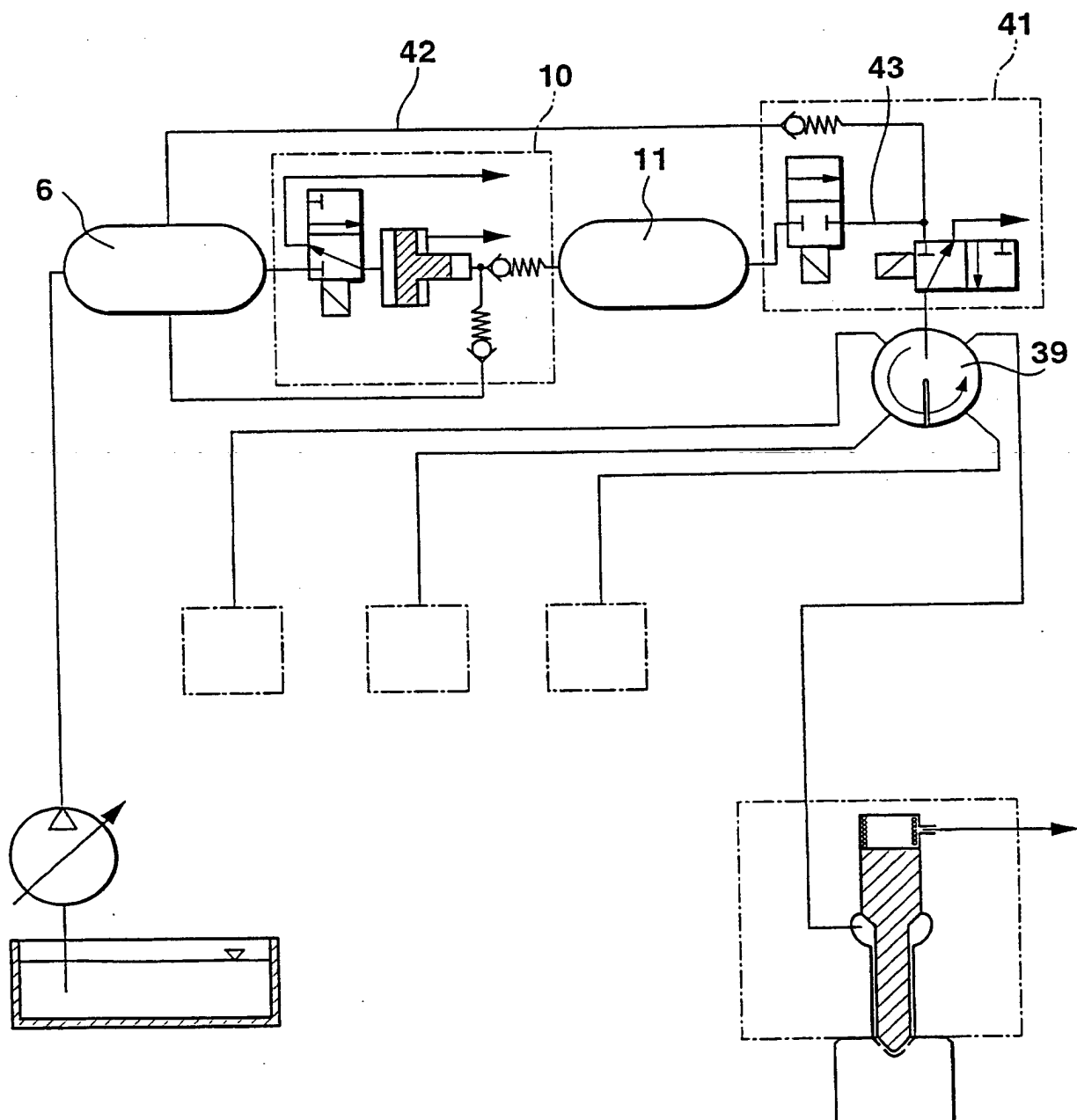


Fig. 5a

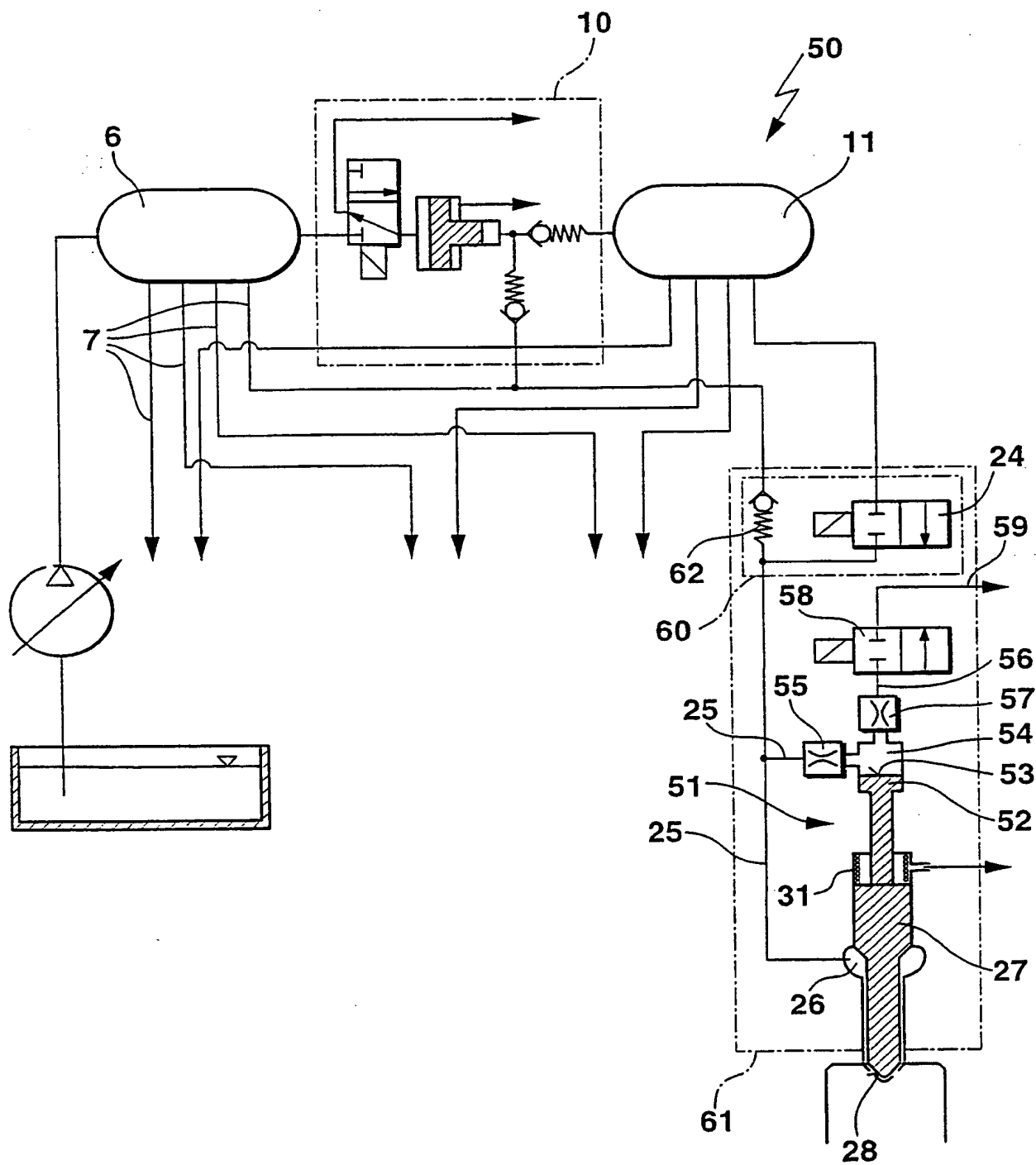


Fig. 5b

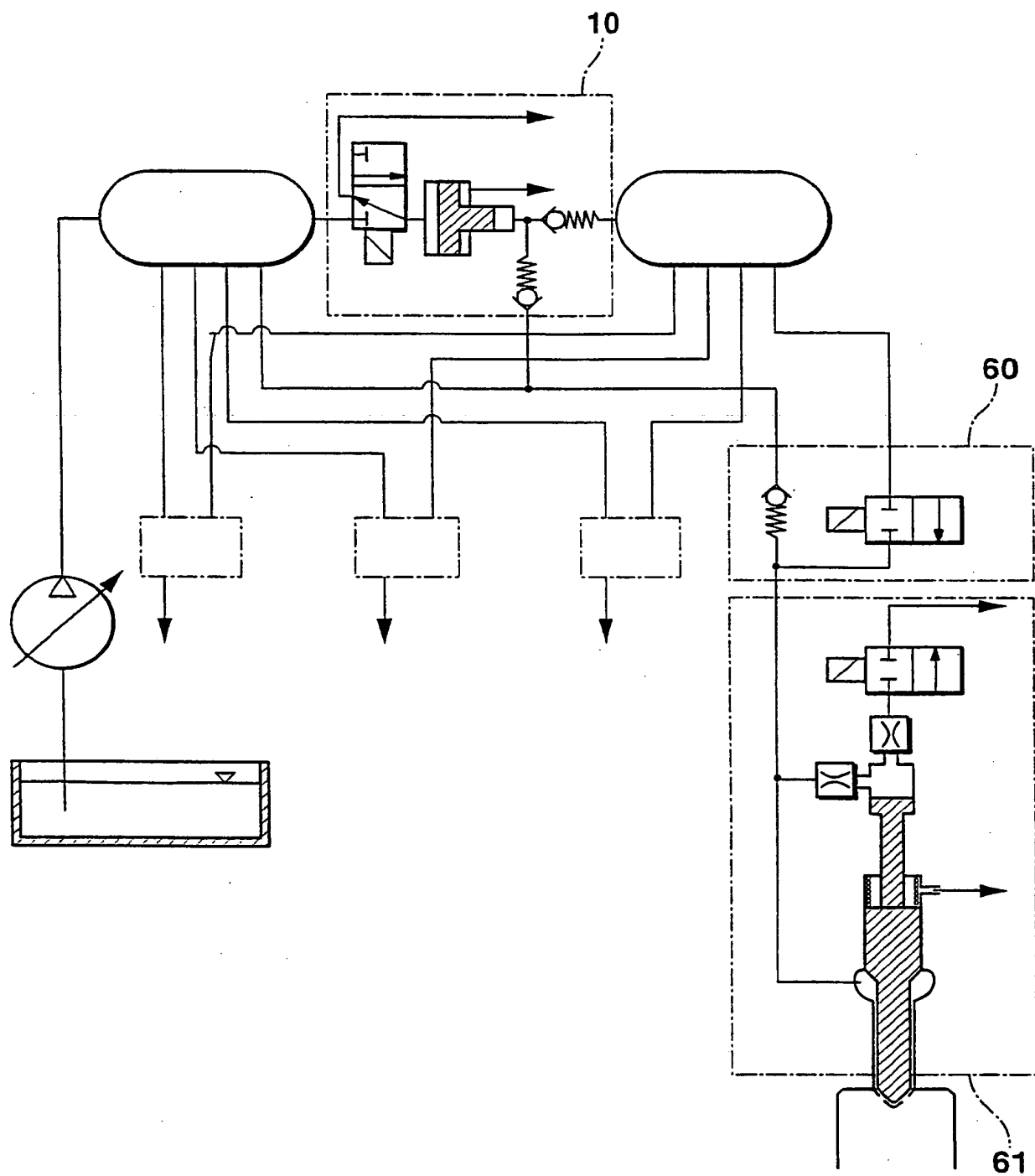


Fig. 7

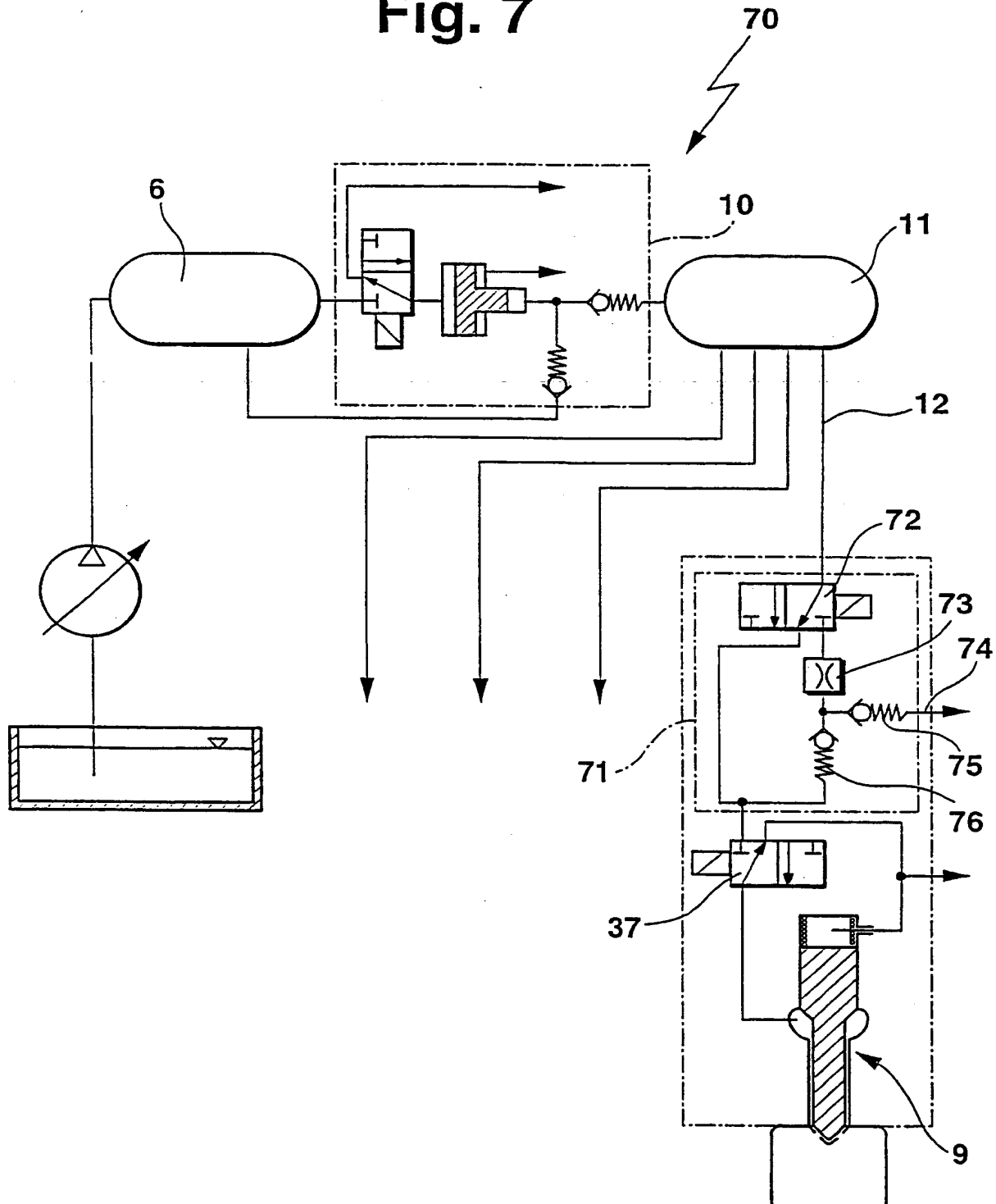


Fig. 8

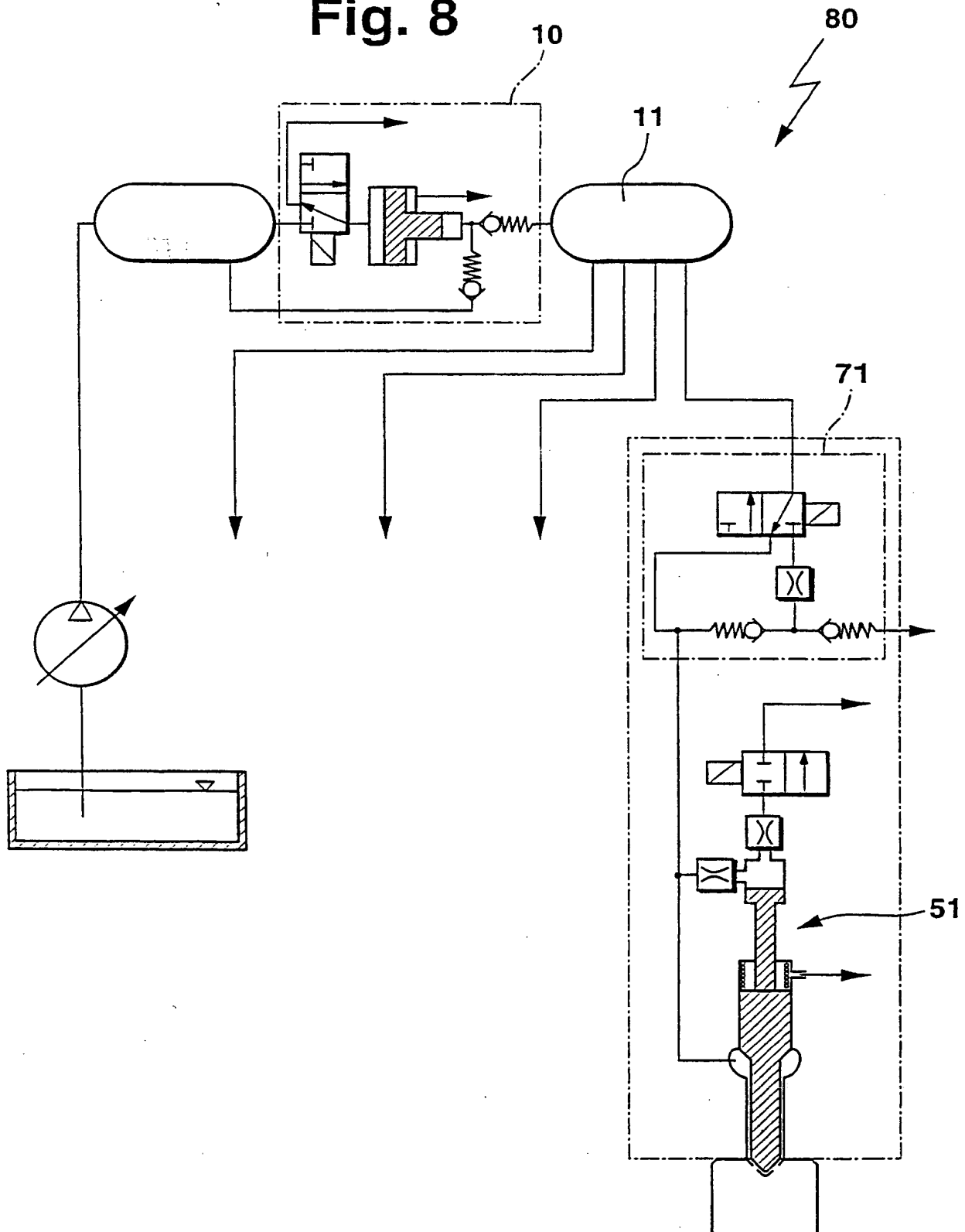


Fig. 9a

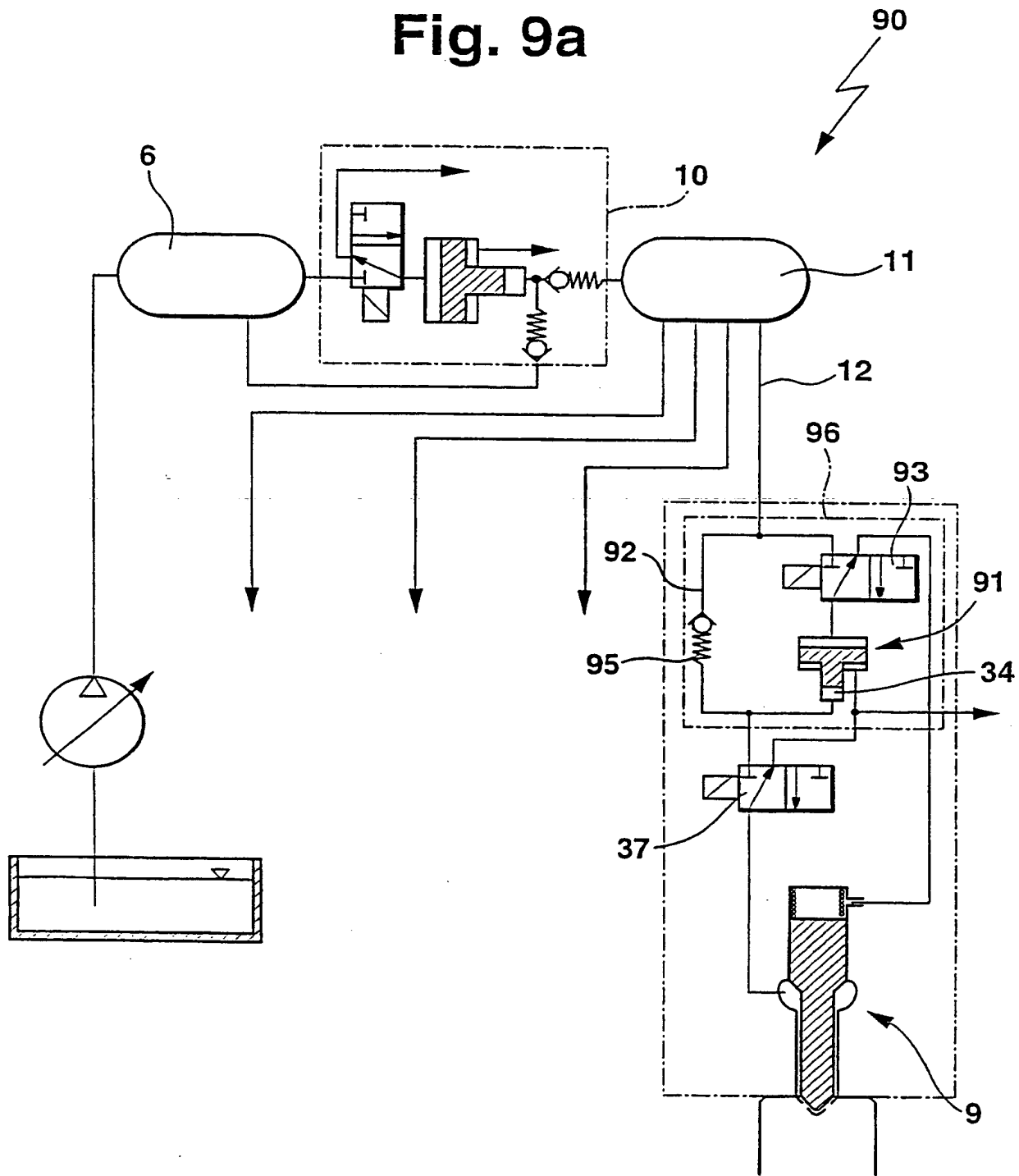


Fig. 9b

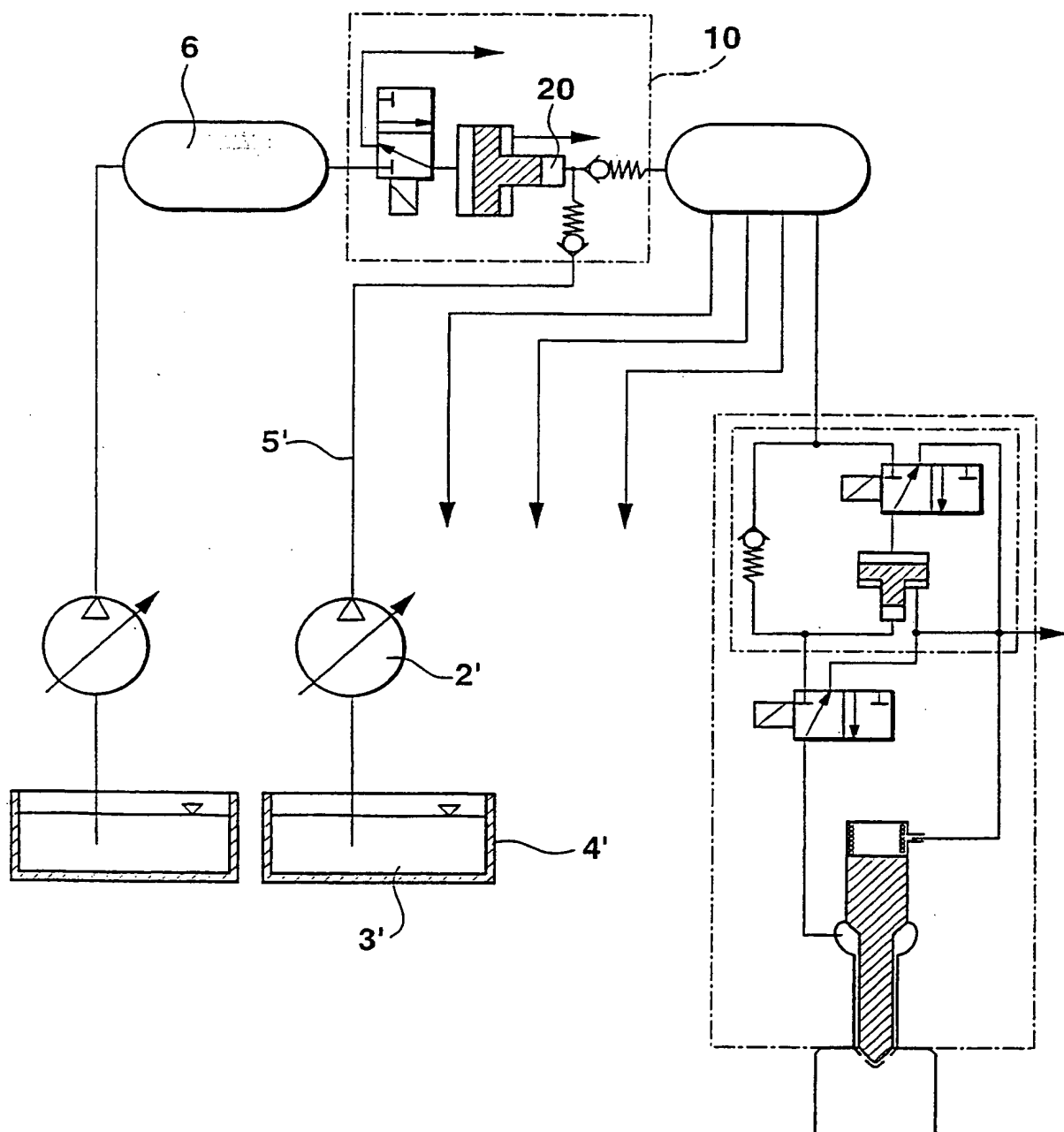


Fig. 10a

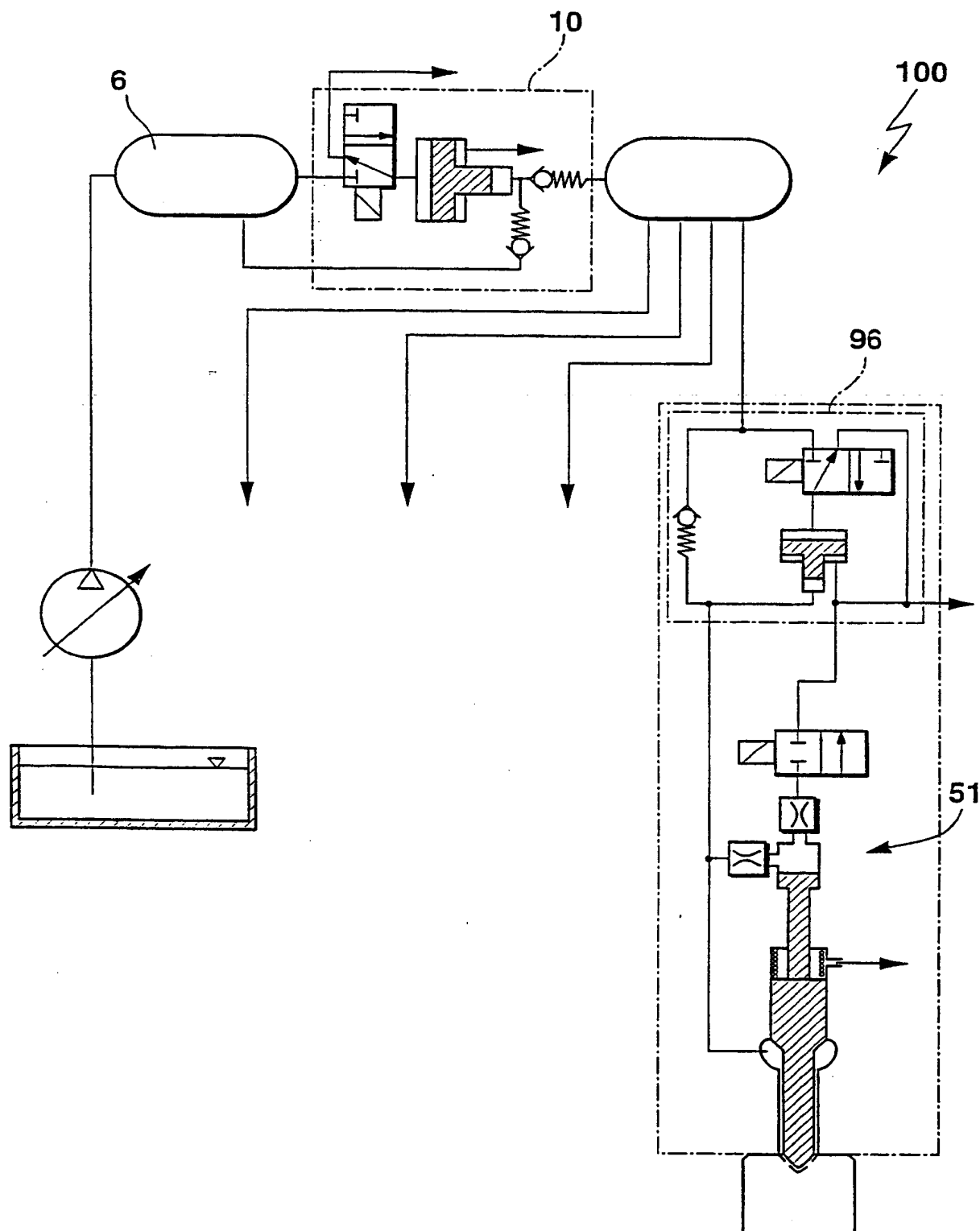


Fig. 10b

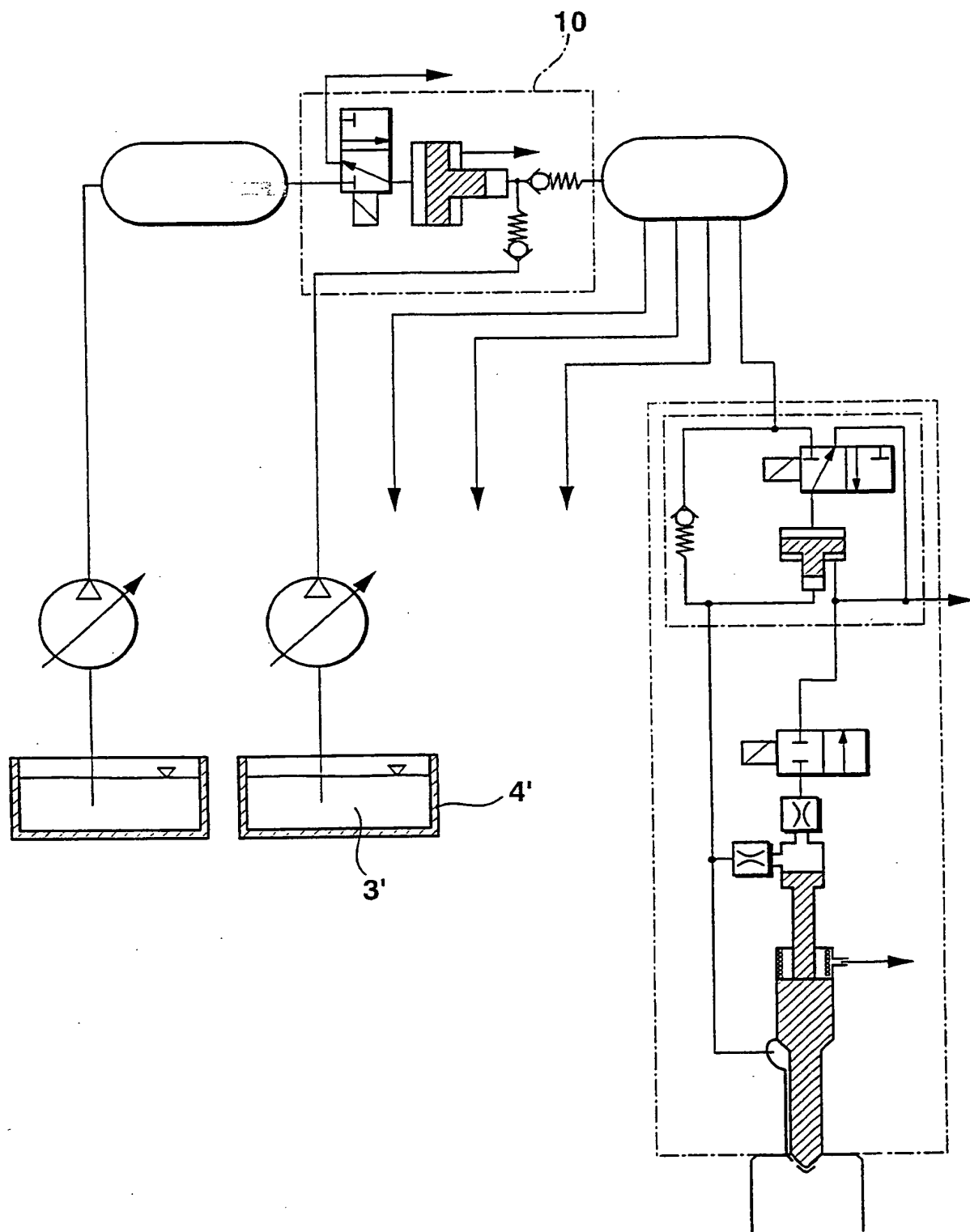


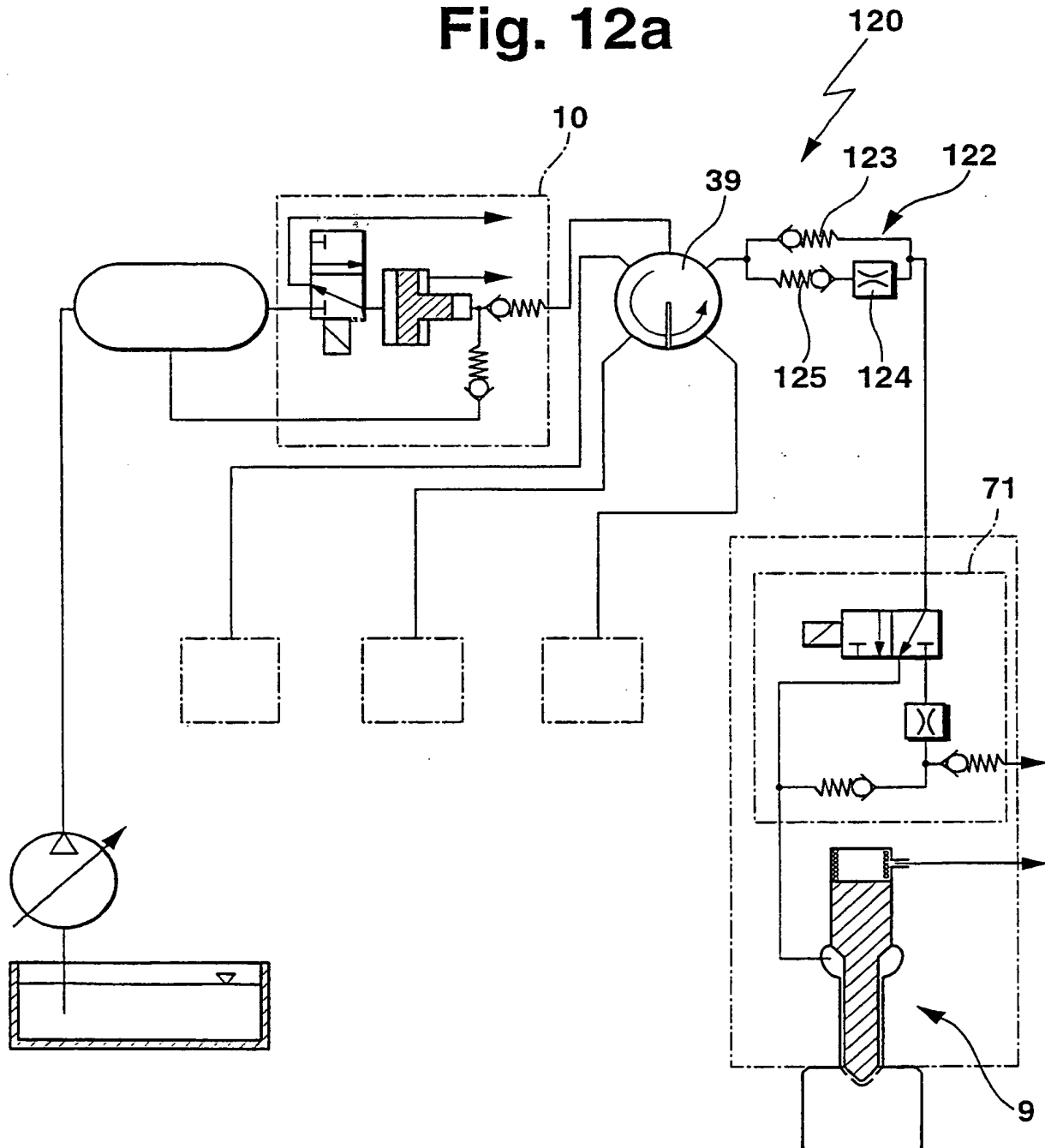
Fig. 12a

Fig. 13a

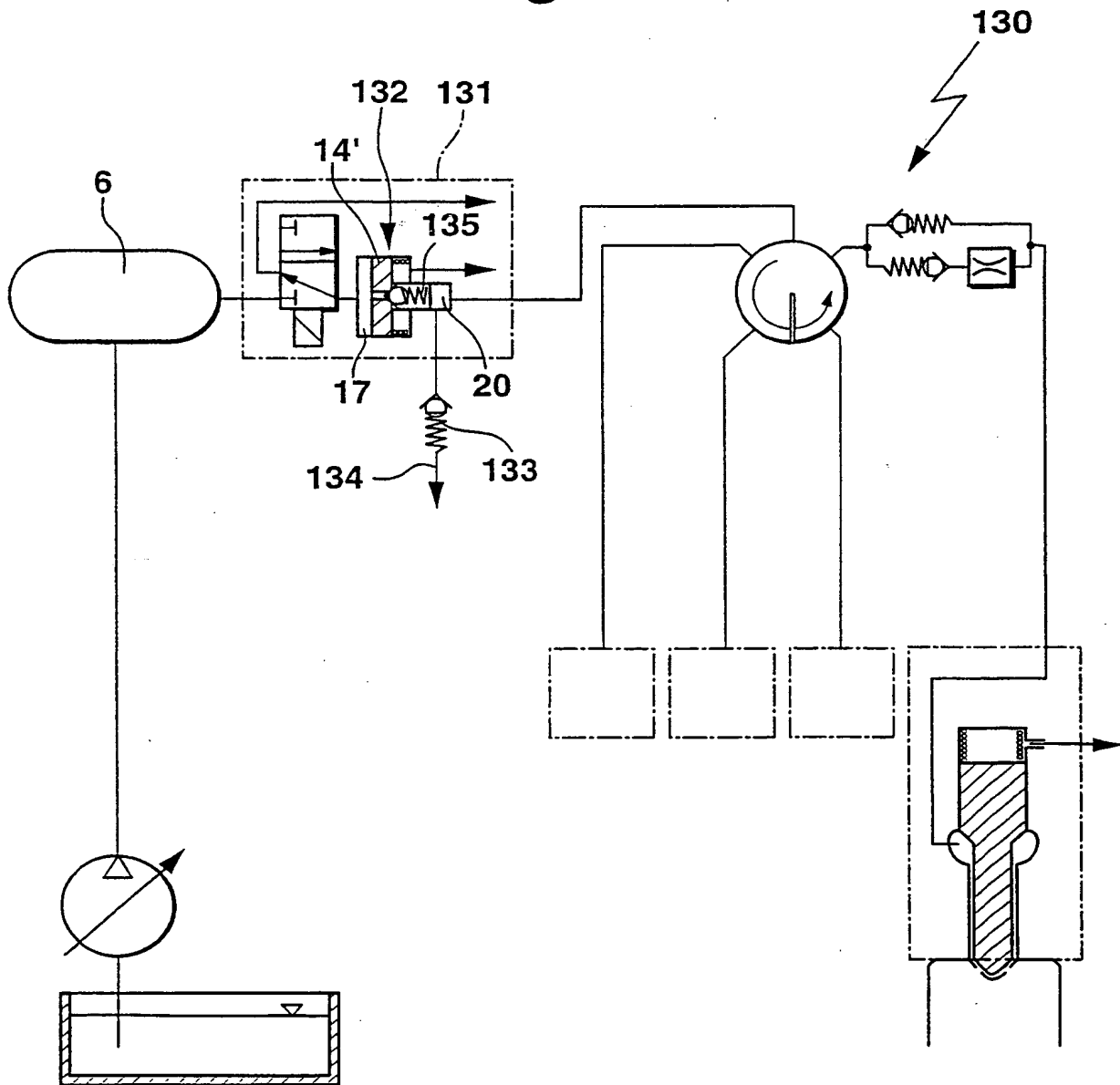


Fig. 13b

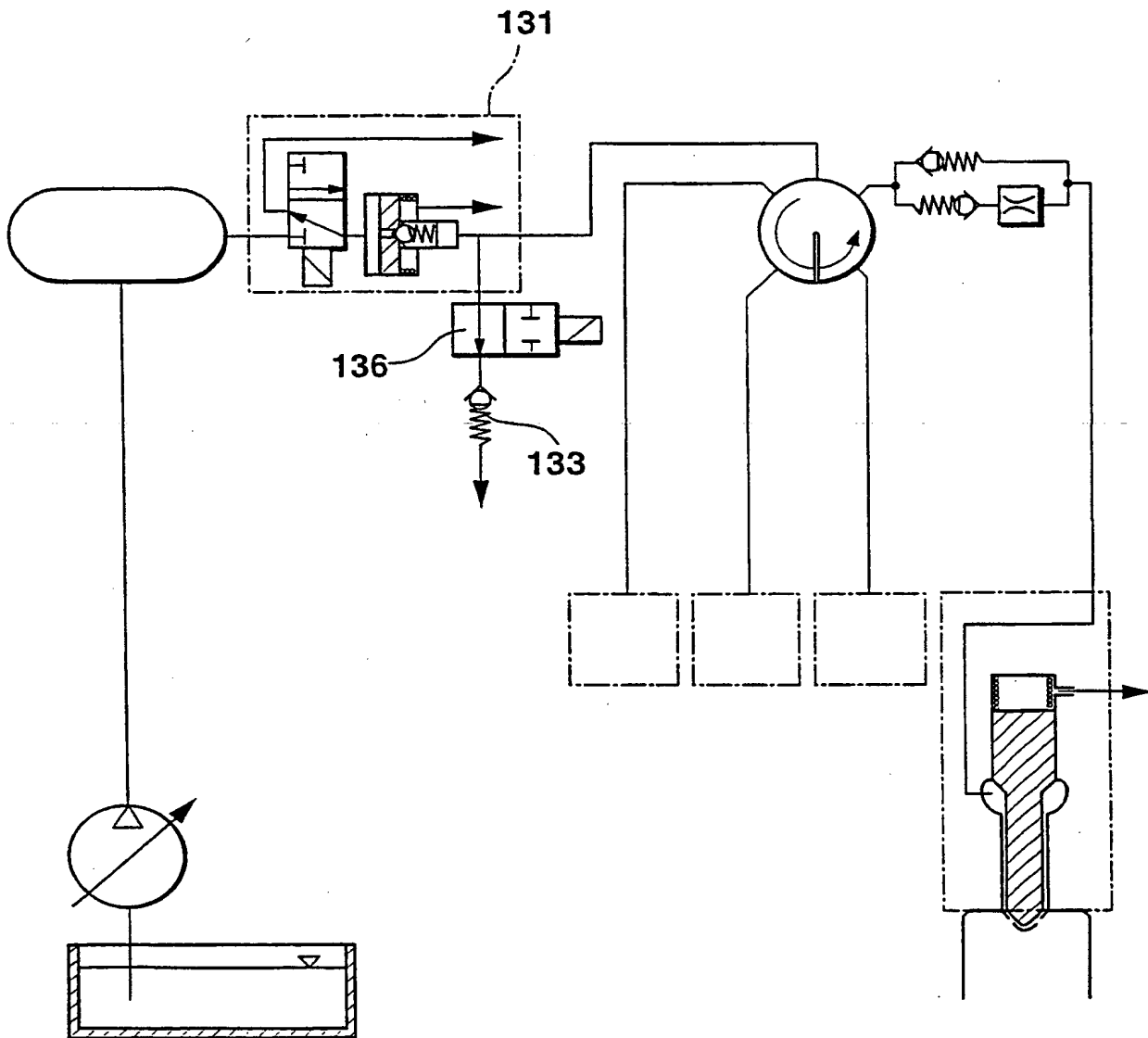


Fig. 13c

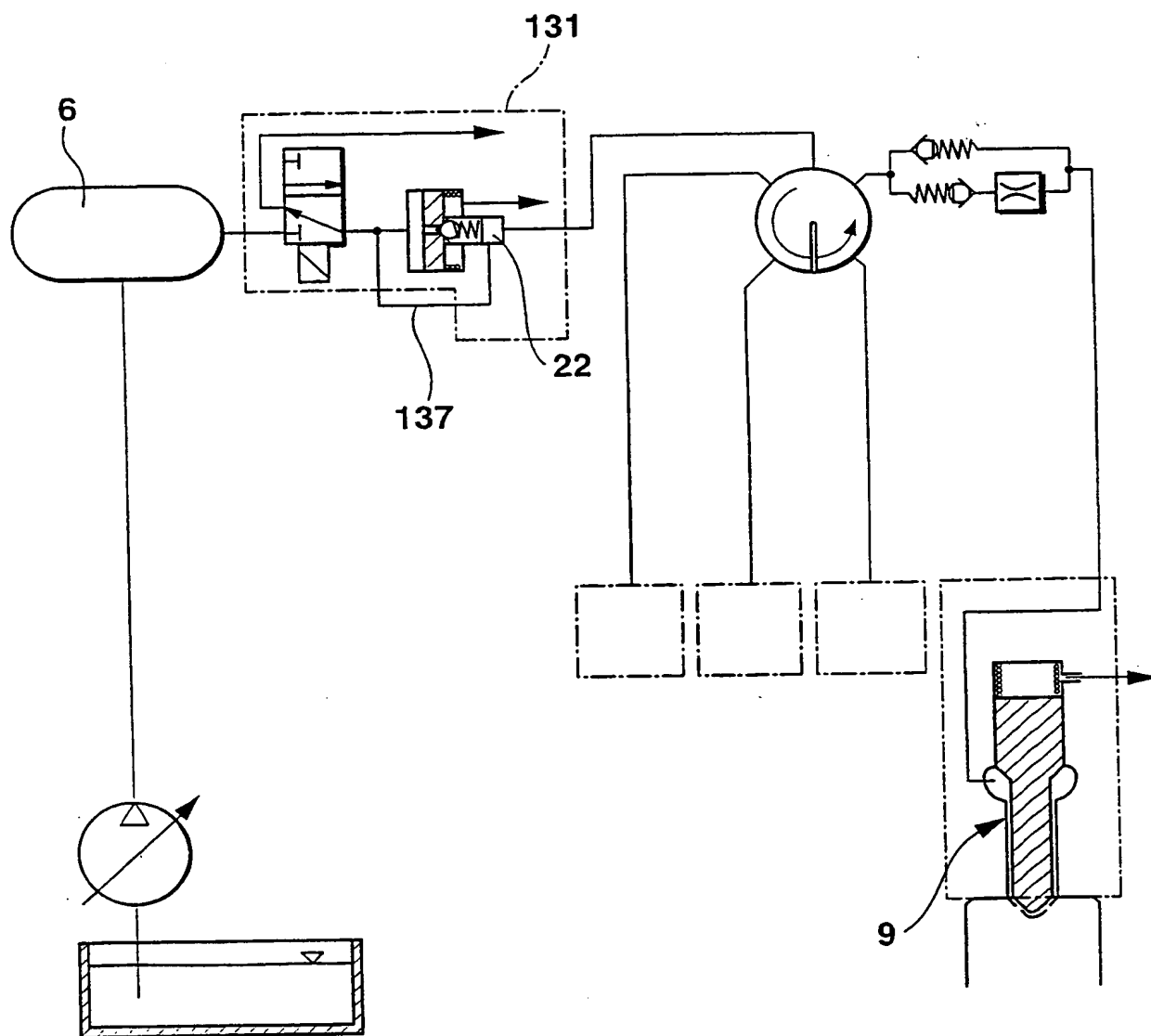


Fig. 13e

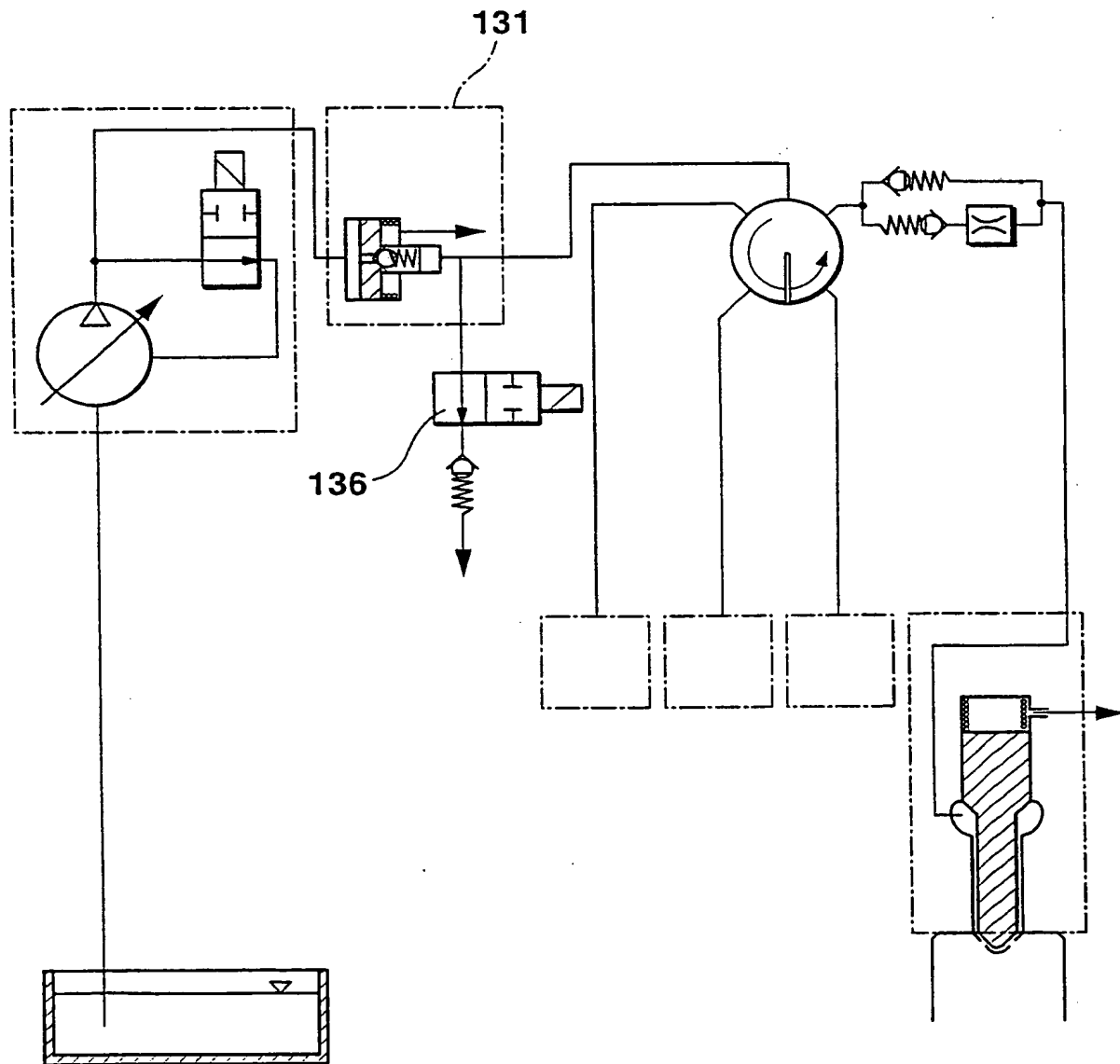


Fig. 14

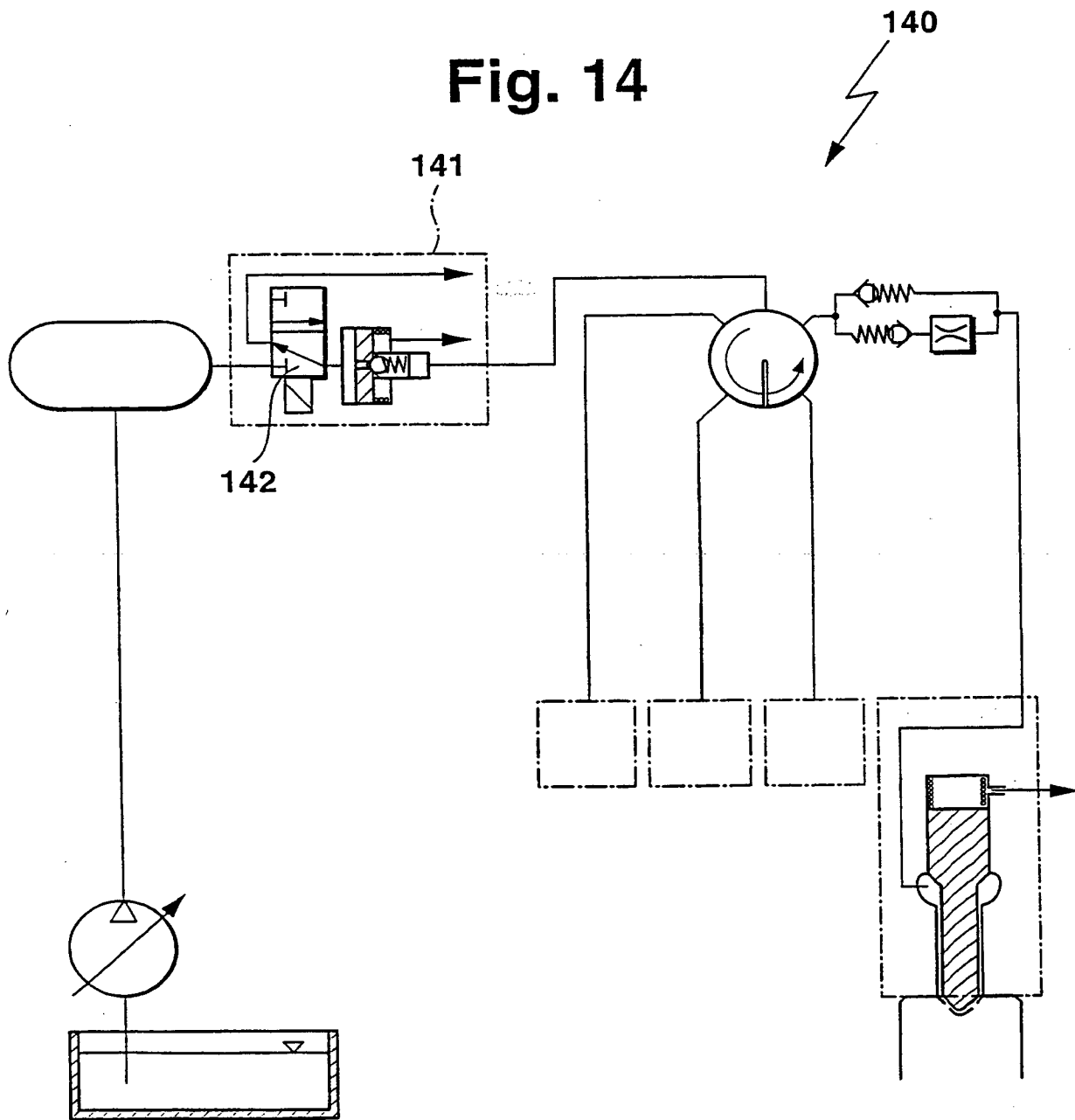


Fig. 15a

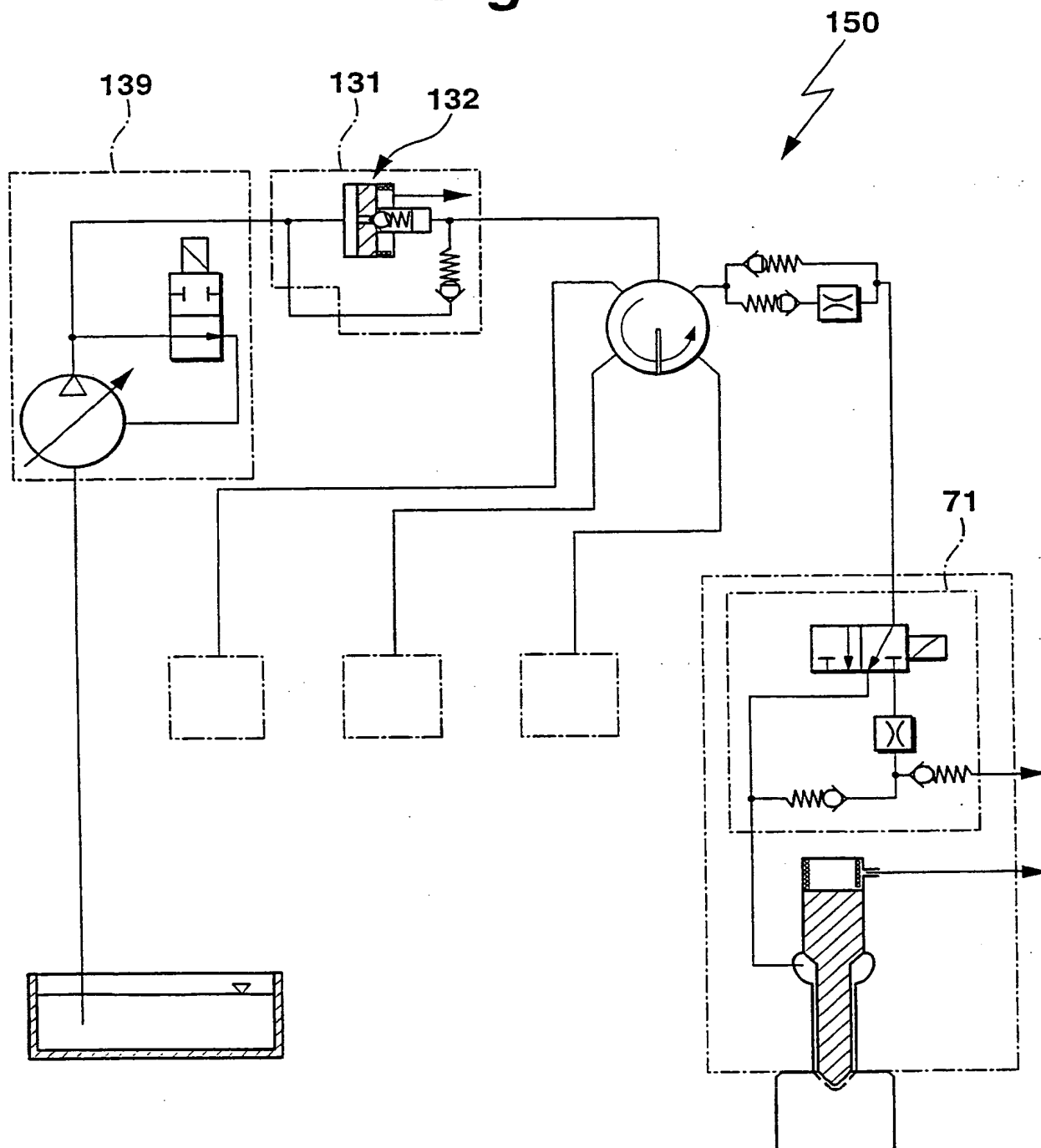


Fig. 15b

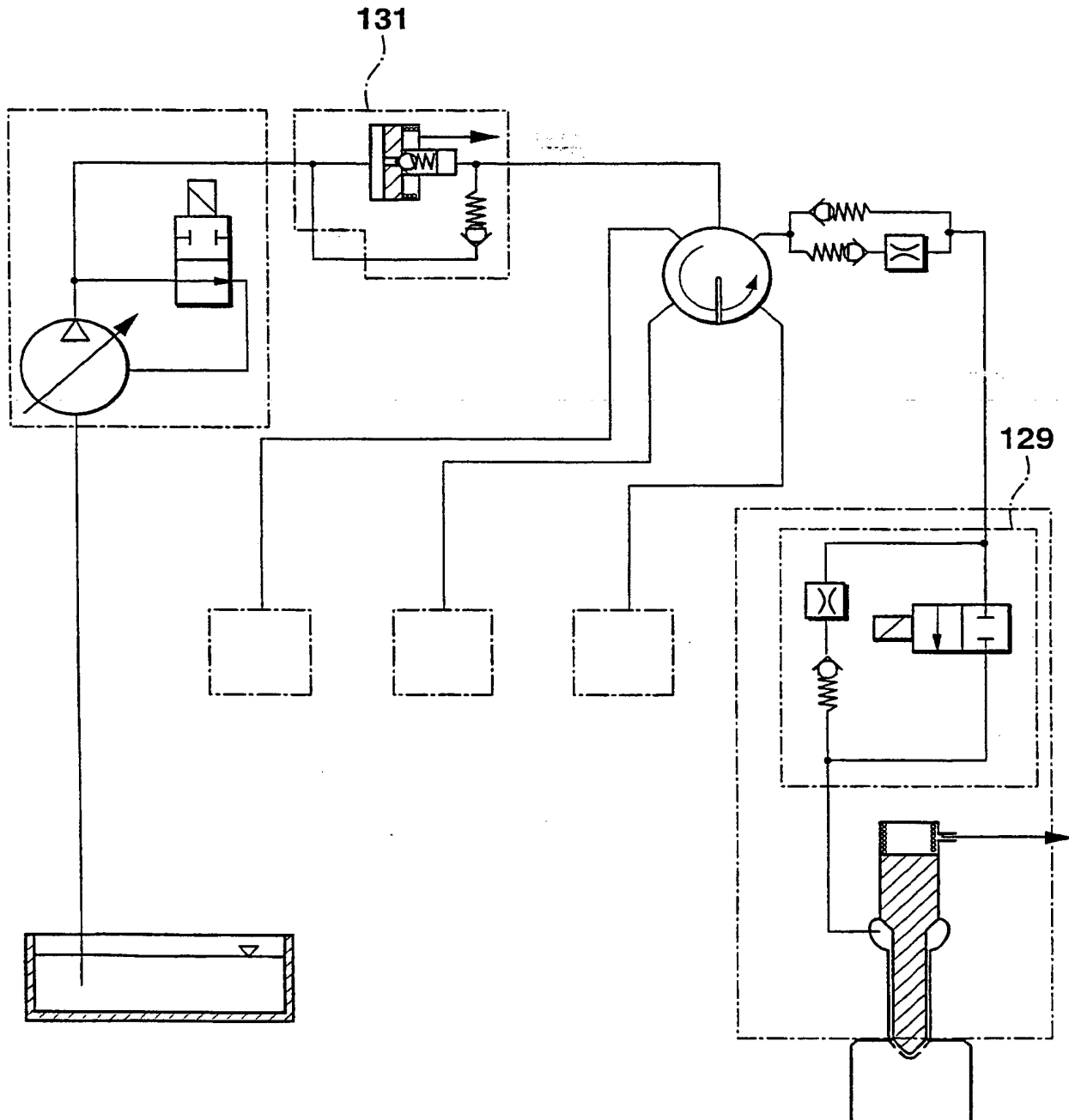


Fig. 16a

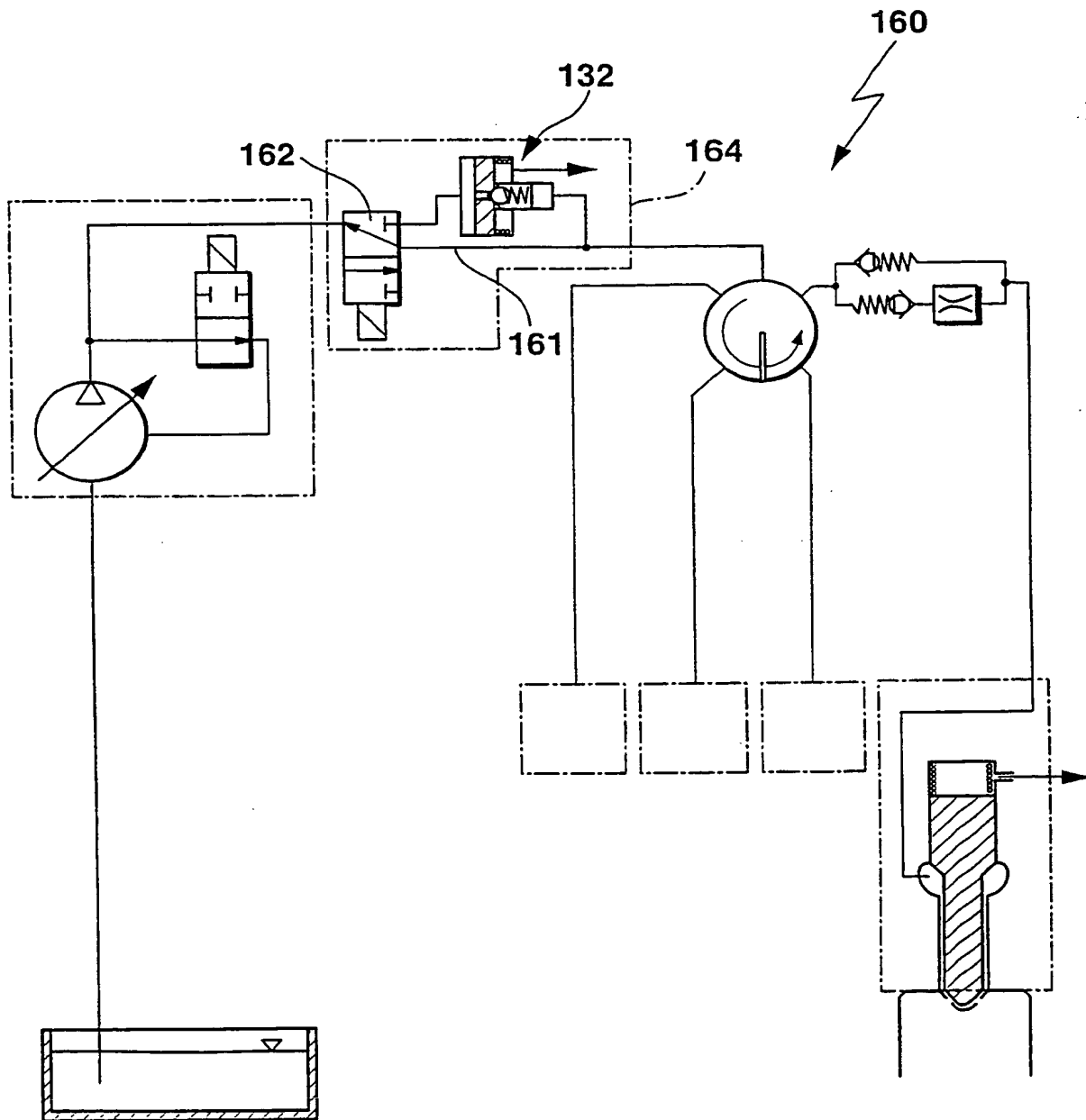


Fig. 16b

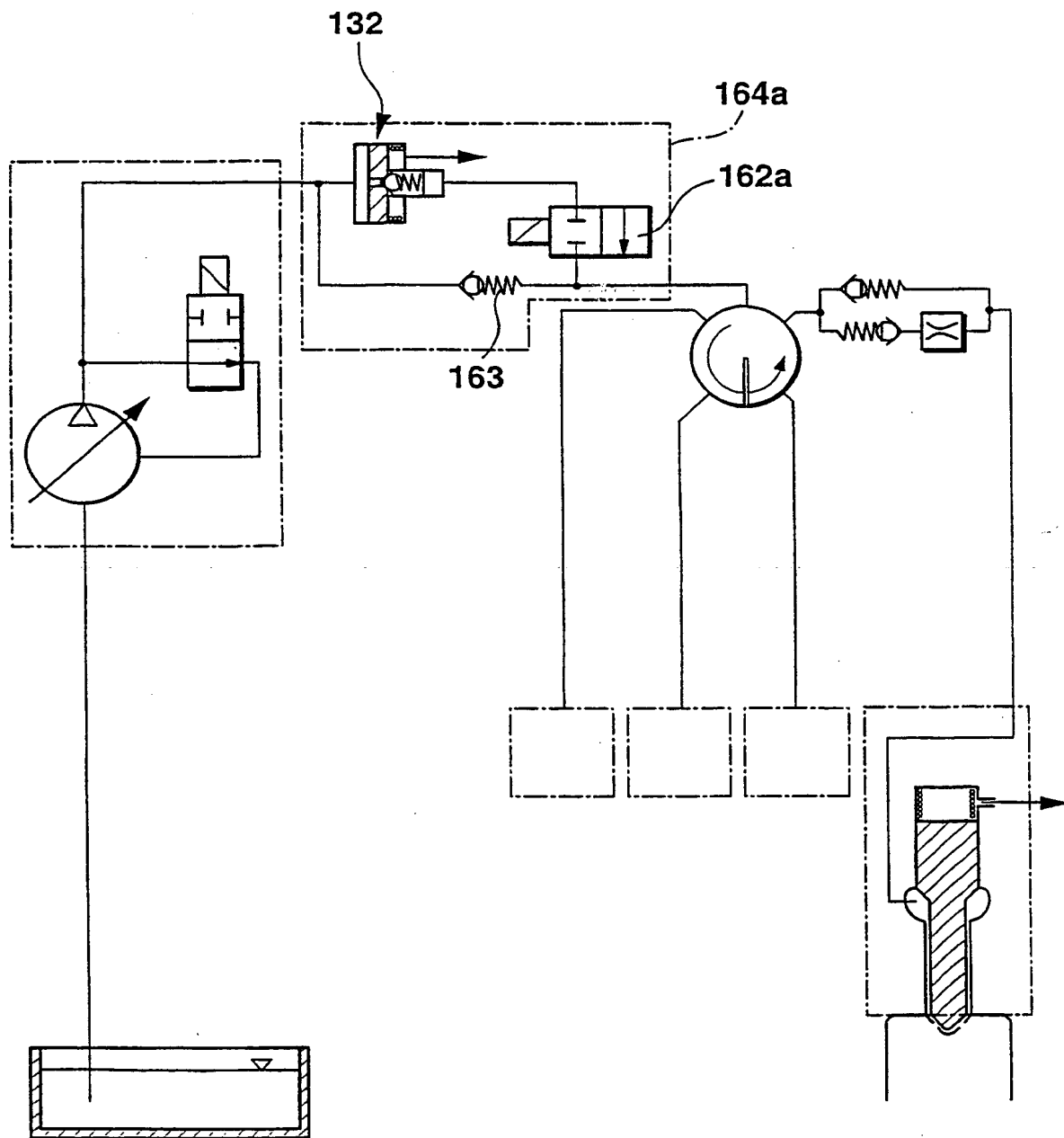
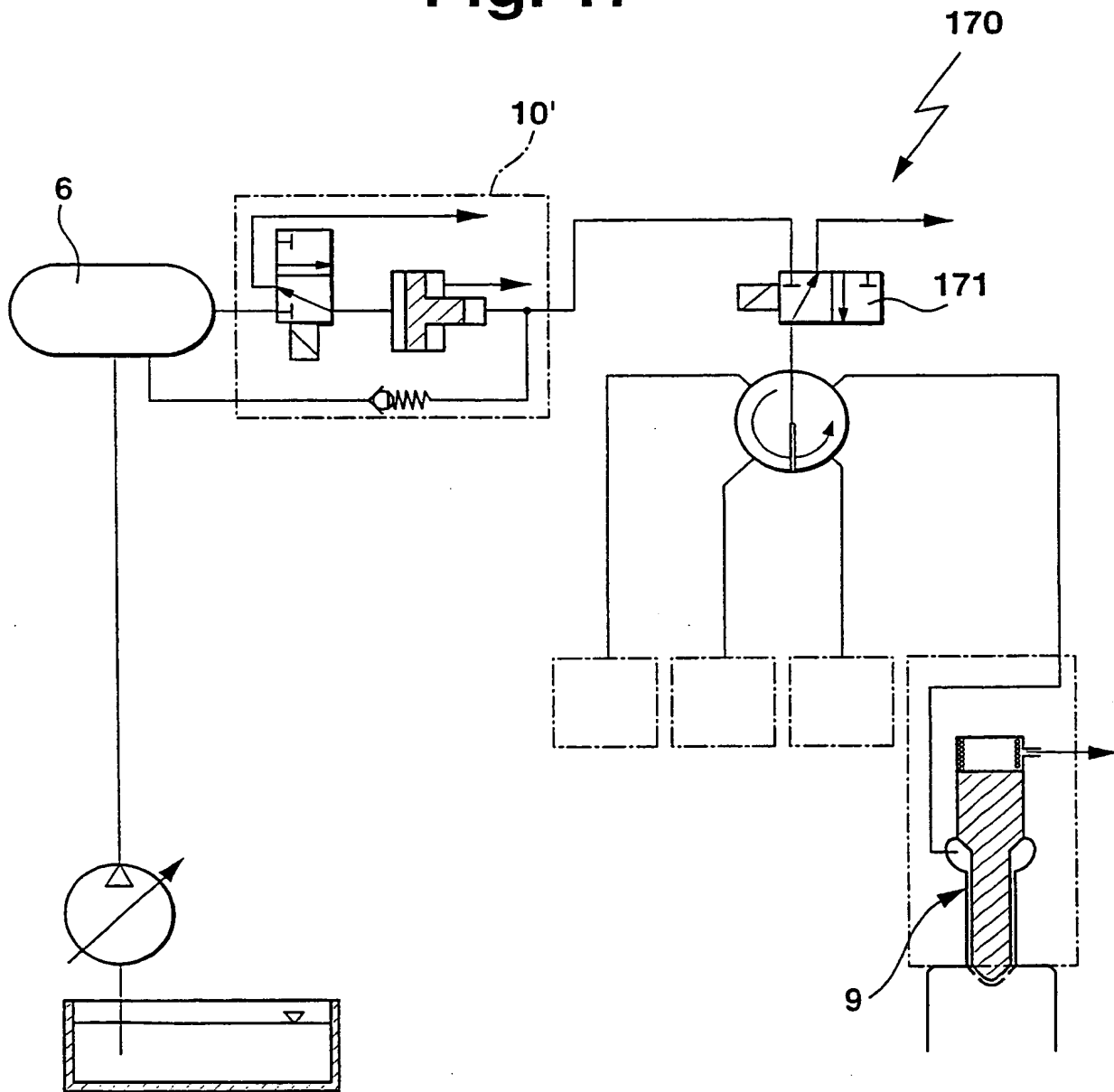


Fig. 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 00/02551

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M45/00 F02M47/02 F02M63/00 F02M63/02 F02M59/10
F02M41/02 F02M45/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 299 919 A (PAUL MARIUS A ET AL) 5 April 1994 (1994-04-05) column 12, line 32 -column 13, line 56 column 17, line 1 - line 28; figures 17,22	1,2,5-8, 12,13
Y	EP 0 691 471 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 10 January 1996 (1996-01-10) page 10, line 43 -page 11, line 45; figures 6,7	1,2,5-8, 12,13
A	EP 0 711 914 A (LUCAS IND PLC) 15 May 1996 (1996-05-15) cited in the application column 2, line 49 -column 3, line 10; figure -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 November 2000

Date of mailing of the international search report

21/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02551

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 662 087 A (MCCANDLESS JAMES C) 2 September 1997 (1997-09-02) column 3, line 39 - line 67; figures 1-3 -----	9,11
A	US 5 878 720 A (CHEN SHIKUI K ET AL) 9 March 1999 (1999-03-09) column 2, line 50 -column 4, line 28; figures 1,2 -----	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02551

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5299919 A	05-04-1994	US 5263645 A WO 9323667 A US 5397055 A	23-11-1993 25-11-1993 14-03-1995
EP 0691471 A	10-01-1996	JP 2885076 B JP 8021332 A CN 1127842 A DE 69505741 D DE 69505741 T KR 196260 B US 5622152 A	19-04-1999 23-01-1996 31-07-1996 10-12-1998 22-07-1999 15-06-1999 22-04-1997
EP 0711914 A	15-05-1996	DE 69507574 D DE 69507574 T ES 2129175 T JP 8210213 A US 5642714 A	11-03-1999 24-06-1999 01-06-1999 20-08-1996 01-07-1997
US 5662087 A	02-09-1997	AT 1628 U DE 19612737 A	25-08-1997 02-10-1996
US 5878720 A	09-03-1999	DE 19808108 A GB 2322671 A	27-08-1998 02-09-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02551

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F02M45/00 F02M47/02 F02M63/00 F02M63/02 F02M59/10 F02M41/02 F02M45/12		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F02M		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 299 919 A (PAUL MARIUS A ET AL) 5. April 1994 (1994-04-05) Spalte 12, Zeile 32 - Spalte 13, Zeile 56 Spalte 17, Zeile 1 - Zeile 28; Abbildungen 17,22	1,2,5-8, 12,13
Y	EP 0 691 471 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 10. Januar 1996 (1996-01-10) Seite 10, Zeile 43 - Seite 11, Zeile 45; Abbildungen 6,7	1,2,5-8, 12,13
A	EP 0 711 914 A (LUCAS IND PLC) 15. Mai 1996 (1996-05-15) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 10; Abbildung	1
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 14. November 2000		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 21/11/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Torle, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02551

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 662 087 A (MCCANDLESS JAMES C) 2. September 1997 (1997-09-02) Spalte 3, Zeile 39 - Zeile 67; Abbildungen 1-3 ---	9,11
A	US 5 878 720 A (CHEN SHIKUI K ET AL) 9. März 1999 (1999-03-09) Spalte 2, Zeile 50 -Spalte 4, Zeile 28; Abbildungen 1,2 -----	10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02551

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5299919 A	05-04-1994	US 5263645 A WO 9323667 A US 5397055 A	23-11-1993 25-11-1993 14-03-1995
EP 0691471 A	10-01-1996	JP 2885076 B JP 8021332 A CN 1127842 A DE 69505741 D DE 69505741 T KR 196260 B US 5622152 A	19-04-1999 23-01-1996 31-07-1996 10-12-1998 22-07-1999 15-06-1999 22-04-1997
EP 0711914 A	15-05-1996	DE 69507574 D DE 69507574 T ES 2129175 T JP 8210213 A US 5642714 A	11-03-1999 24-06-1999 01-06-1999 20-08-1996 01-07-1997
US 5662087 A	02-09-1997	AT 1628 U DE 19612737 A	25-08-1997 02-10-1996
US 5878720 A	09-03-1999	DE 19808108 A GB 2322671 A	27-08-1998 02-09-1998

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)